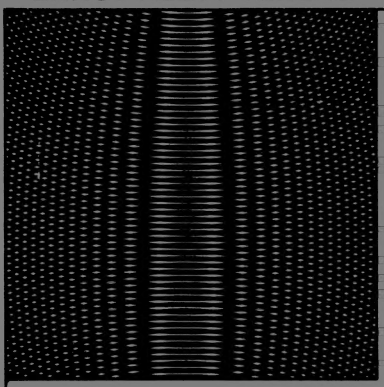
EDITION ALPHA
ERNST KLETT VERLAG



Daß in der Natur häufig Proportionen auftreten, die überraschenderweise den musikalischen Intervallen entsprechen, war schon den Pythagoräern bekannt. Dieses Wissen ist im Laufe der Jahrhunderte weitgehend in Vergessenheit geraten, obgleich so bedeutende Naturforscher wie Kepler der Wissenschaft von diesen Zusammenhängen, der Harmonik, einen zentralen Platz eingeräumt haben. Erst Hans Kayser und in seiner Nachfolge Rudolf Haase, der Vorstand des Hans-Kayser-Instituts für harmonikale Grundlagenforschung an der Hochschule für Musik und darstellende Kunst in Wien, haben sich in unserer Zeit um eine Wiederbelebung der➔

Rudolf Haase
Der meßbare Einklang
Grundzüge einer empirischen Weltharmonik

α

Edition Alpha
herausgegeben von
Philipp Wolff-Windegg

Rudolf Haase

Der meßbare Einklang
Grundzüge einer empirischen Weltharmonik

Ernst Klett Verlag
Stuttgart

α

Alle Rechte vorbehalten
Fotomechanische Wiedergabe nur mit Genehmigung des Verlages
© Ernst Klett Verlag, Stuttgart 1976 · Printed in Germany
Einbandgestaltung und Typographie: Heinz Edelmann
Satz und Druck: Kösel GmbH & Co Kempten

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Haase, Rudolf
Der meßbare Einklang: Grundzüge e. empir. Weltharmonik.
— 1. Aufl. — Stuttgart: Klett, 1976.
(Edition Alpha)
ISBN 3-12-903230-4

Inhalt

Vorwort . . . 7

Einleitung . . . 8
Die Frage nach der Wahrheit . . . 8
Das Zahlengesetz der Gehörsdisposition . . . 17

Intervallproportionen in der Natur . . . 29
Allgemeine Grundlagen . . . 29
Die ganzen Zahlen . . . 29
Dualistische Prinzipien . . . 33
Die unbelebte Natur . . . 36
Astronomie . . . 36
Kristallographie . . . 49
Chemie . . . 58
Physik . . . 71
Die belebte Natur . . . 78
Allgemeines . . . 78
Botanik . . . 81
Zoologie . . . 87
Anthropologie . . . 92

Folgerungen . . . 112
Ergebnisse . . . 112
Metaphysischer Ausblick . . . 118

Anhang: Der mißverstandene Goldene Schnitt . . . 127

Anmerkungen . . . 137

Vorwort

α

Das vorliegende Buch sollte seiner Bestimmung nach ein anthropologisches sein — und ist es auch. Freilich tritt dieser Aspekt nicht sogleich in den Vordergrund, weil es nötig war, zunächst alle bis heute dem Verfasser bekannten harmonikalen Naturgesetze zusammenzustellen. Da aber seit der Antike, wo mit Pythagoras die harmonikale Denkweise auftrat, unter dem heutigen Begriff der Harmonik die Existenz von identischen Proportionsgesetzen in der Natur, in der menschlichen Disposition und in der Musik verstanden wird, geht es stets, wo immer von harmonikalen Gesetzen die Rede ist, zugleich auch um anthropologische Gesetze. Die Relation zwischen der psychophysischen Gehörsdisposition des Menschen — denn um diese handelt es sich — und objektiven Naturgesetzen ist die der Analogie, wie denn auch die verschiedenen Naturbereiche und Naturwissenschaften untereinander zufolge ähnlicher oder identischer harmonikaler Gesetze analog verbunden sind. Der Begriff der Analogie beherrscht somit weitgehend die Darstellung.

Darüber hinaus erweist sich als anthropologisch im engeren Sinne, daß in der Natur keineswegs beliebige Proportionen auftreten, sondern charakteristische auffällig dominieren, nämlich solche, die in der menschlichen Apperzeption einen ausgesprochen qualitativen Aspekt erhalten — Konsonanzen und Dur beispielsweise. Die in der Natur vorkommenden Zahlenpaare sind also sozusagen hingeordnet auf eine spezifisch anthropologische Gesetzlichkeit. Daß ein derartiger Sachverhalt zu einer philosophischen, metaphysischen Interpretation auffordert, versteht sich von selbst, kann aber in diesem Buch nur mit einigen Schlußbemerkungen angedeutet werden.

Dem Verlag ist Dank zu sagen für Anregung und Herausgabe des Buches, außerdem meinem Assistenten, Herrn Werner Schulze, für die Durchführung verschiedener Berechnungen und Hilfe bei den Korrekturen.

Wien, im Frühjahr 1975 Rudolf Haase

a

Die Frage nach der Wahrheit

Ein umfangreiches und in mancher Weise sogar abschließendes, auf jeden Fall zusammenfassendes Buch harmonikalen Inhaltes kann heute eigentlich unter der Voraussetzung geschrieben werden, daß allgemein bekannt ist, worum es sich bei der harmonikalen Forschung handelt. Jedenfalls existiert ein Leserkreis, von dem dies erwartet werden kann. Dennoch gehen unsere Erfahrungen, vor allem die eines Hochschullehrers, darauf hinaus, daß die Schulbildung oft nicht für ein Verständnis der harmonikalen Grundlagen ausreicht, und da es eines unserer wesentlichen Anliegen ist, auch der heranwachsenden Generation die volle Bedeutung dessen, was wir darstellen wollen, begreifbar zu machen, sehen wir uns veranlaßt, den ersten Teil dieser Einleitung an jene zu richten, die mit dem Begriff »harmonikal« noch nichts Rechtes anzufangen wissen —, sehr knapp freilich nur und mit dem Hinweis auf vorhandene Einführungsliteratur, doch so beschaffen, daß das Folgende, auch schon der zweite, an die Kenner der Harmonik gerichtete Teil der Einleitung, verstanden werden kann.

Die Grundlagen unserer tradierten Musik sind seit der griechischen Antike Intervalle, und zwar vor allem 12, die auf Grund einer differenzierten Disposition des menschlichen Gehörs dominierende Bedeutung haben, so wie es analog im optischen Bereich ganz bestimmte Grundfarben gibt. Der Vergleich mit Farben, auf den wir noch öfter zu sprechen kommen werden, ist kein zufälliger, da es sich in beiden Fällen, bei Intervallen wie auch bei Farben, um Sinnesqualitäten handelt, um Wahrnehmungen mit charakteristischen, immer gleichen Empfindungen. Die bekannte Redensart, daß man mit einem Blinden nicht über Farben sprechen kann, hat ja weit umfassendere Gültigkeit als allgemein beachtet wird: wir können auch einem Sehenden nicht mit Worten beschreiben, was Rot oder Blau, einem Hörenden nicht, was eine große Terz oder ein Quinte ist! Damit wird auch sogleich klar, daß wir hier, wenn von Empfindungen die Rede ist, nichts Sentimentales, Romantisches meinen, sondern nur festhalten, daß eben für das Erkennen dieser Qualitäten nicht der Verstand, sondern eine andere Disposition zuständig ist, die zum psychischen Bereich gehört.

Streng genommen löst auch schon ein einzelner Ton qualitative Erlebnisse aus, doch soll von diesen tonpsychologischen Phänomenen hier nicht die Rede sein. Auf dem Gebiet des Hörens allein existiert zusätzlich das Phänomen der Intervallbildung, und Intervalle sind sozusagen Einheiten höherer Ordnung. Denn die Grundeigenschaft des musikalischen Intervalles ist die völlige Verschmelzung der beiden Töne zu einer einzigen Empfindung, die gänzlich unabhängig von der absoluten Tonhöhe der betreffenden Töne ist und die im gesamten Hörbereich auftreten kann, und zwar immer dann, wenn zwei Töne zueinander im gleichen Abstand, im gleichen Verhältnis stehen. Und da die Intervalle die eigentlichen Bausteine musikalischer Kunstwerke sind, haben wir sie und nicht Einzeltöne mit den Farben verglichen, die im Bereich der Bildenden Künste eine analoge, qualitative Grundbedeutung haben.

Untrennbar von diesen Sinnesempfindungen ist jedoch ein quantitatives Moment, das soeben schon anklang, als wir vom Abstand, vom Verhältnis der Töne des Intervalles sprachen. Wir wissen, daß jede Farbe des Sonnenspektrums eine ganz bestimmte *(absolute)* Wellenlänge hat, und wir kennen dasselbe von den Tönen. Das Wesen des Intervalles, das, wie gesagt, (im Zusammenklang) aus zwei verschmelzenden oder (im Nacheinander) aus zumindest sich unterordnenden Tönen besteht, ist eine neue Empfindung, und diese ist abhängig vom Verhältnis der beiden Wellenlängen zueinander, die also *relativ* sind. Wo auch immer das gleiche Verhältnis, die gleiche Proportion vorhanden ist, erklingt das gleiche Intervall. Zu den 12 Hauptintervallen gehören folgende Proportionen, die übrigens auch als Verhältnisse von Saitenlängen und (reziprok) von Frequenzen aufgefaßt werden können:

15 : 16	kleine Sekunde	2 : 3	Quinte
8 : 9	große Sekunde	5 : 8	kleine Sexte
5 : 6	kleine Terz	3 : 5	große Sexte
4 : 5	große Terz	5 : 9	kleine Septime
3 : 4	Quarte	8 : 15	große Septime
32 : 45	Tritonus	1 : 2	Oktave

Diese Intervallproportionen sind also ambivalent; sie haben eine quantitative Seite, die mathematisch erfaßbare Proportion, und eine qualitative, die unverwechselbare Empfindung. Wir hören z. B. bei der Proportion 1 : 2 nicht »das Doppelte«, sondern »Oktave« — ein mit Worten nicht zu beschreibendes Erlebnis. Hans Kayser, der Begründer der neueren Harmonik, hat die Intervallproportionen wegen dieser untrennbaren Verbindung von Quantitativem und Qualitativem als »Tonzahlen«[1] bezeichnet, doch müssen wir einräumen, daß auch jeder Einzelton und

jede Farbe dieses ambivalente Kriterium besitzt; wichtiger hingegen ist — und das meinte Kayser eigentlich —, daß es sich bei den Intervallen um *relative* Quantitäten handelt im Gegensatz zu *absoluten* in den beiden anderen Fällen.

Die Proportion kennzeichnet also den Charakter, die Qualität eines Intervalles. Darüber hinaus pflegen wir schon seit Jahrhunderten die Intervalle in Konsonanzen und Dissonanzen einzuteilen und kommen damit zu einem weiteren qualitativen Unterscheidungsvermögen, dessen Grundlage folgende Reihung ist:

1 : 2	Oktave	5 : 8	kleine Sexte
2 : 3	Quinte	5 : 9	kleine Septime
3 : 4	Quarte	8 : 9	große Sekunde
3 : 5	große Sexte	8 : 15	große Septime
4 : 5	große Terz	15 : 16	kleine Sekunde
5 : 6	kleine Terz	32 : 45	Tritonus

Die traditionelle Musiktheorie pflegt diese Intervalle bis einschließlich der kleinen Sexte als Konsonanzen zu bezeichnen, den Rest als Dissonanzen. Interessant für unseren Zusammenhang ist aber, daß die angegebene Reihenfolge sich (bei Simultanintervallen) aus der Physiologie des Gehöres ableiten läßt[2]. Dies ist die Folge eines Zusammenwirkens von Obertönen und Kombinationstönen im Ohr, das vor etwa 20 Jahren erstmalig nachgewiesen wurde[3]. Zusätzliche Töne bewirken also die Konsonanz-Dissonanz-Unterscheidung, zusätzliche Quantitäten führen zu neuen Qualitätsempfindungen — wir haben daher an anderer Stelle diesbezüglich von »Tonzahlen höherer Ordnung« gesprochen[4]. Die angegebene Grenze zwischen Konsonanzen und Dissonanzen läßt sich freilich nicht anatomisch begründen[5].

Neuere Forschungen haben erwiesen, daß sich aus der obigen Tabelle nicht nur der Sonanzgrad eines Intervalles bestimmen läßt, sondern daß auch die Zwölfzahl der Intervalle und der Dur-Moll-Dualismus direkt mit dieser physiologischen Disposition zusammenhängen[6]. Außerdem aber läßt sich eine psychische Disposition nachweisen, die höchst sinnvoll mit der physiologischen zusammenwirkt[7]. Dies kann aber hier nur angedeutet werden. Für unseren Zweck ist das Wichtigste die Kenntnis der Intervalle, ihre quantitativ-qualitative Ambivalenz, sowie die Verankerung dieser Gegebenheiten in der menschlichen Natur, in der Gehördisposition, wobei uns die Konsonanz-Dissonanz-Unterscheidung — eines der Grundphänomene der Musik! — besonders wesentlich erscheint.

Das Kernproblem der pythagoreisch-harmonikalen Tradition ist nun die Behauptung, daß die Intervalle nicht nur Grundlagen der Mu-

sik und Dispositionen des Menschen sind, sondern darüber hinaus auch Naturgesetze, also Bestandteile der objektiven Natur. Und darum soll es sich in unserer Arbeit vorwiegend handeln, weshalb wir dieses Thema hier noch nicht weiter ausführen wollen. Nur einer, wie uns scheint häufigen, Aversion möge hier schon begegnet werden — dem Gedanken nämlich, daß die Verquickung von Naturgesetzen mit Sinnesqualitäten etwas Befremdliches, wenn nicht sogar Unerlaubtes sei, ein Hineininterpretieren subjektiver Gegebenheiten in Objektives. Nun, abgesehen davon, daß die seit Descartes so selbstverständlich scheinende Trennung von Subjekt und Objekt keineswegs derart selbstverständlich ist, ja gerade in der neuesten Physik mehr und mehr in Frage gestellt wird, ist uns die Einbeziehung der Qualitäten bei Farben nicht so befremdlich. Denken wir an die Schulzeit zurück, wo eines der ersten chemischen Experimente das war, an der Färbung von Lackmuspapier Säuren und Basen zu unterscheiden. Und wenn Farben zu wissenschaftlichen Erkenntnissen führen können, warum sollten Intervalle dies nicht auch vermögen? Doch da stellt sich eine Schwierigkeit ein: die Natur tönt ja gar nicht — es sei denn im Vogelgesang; aber der ist hier natürlich nicht gemeint. Tatsächlich hat auch noch niemand behauptet, daß die harmonikalen Naturgesetze wirklich erklingen — es handelt sich vielmehr um ideelle Gesetze, die in den Hörbereich transponiert werden müssen und mit einem Instrument (am besten mit einem Monochord) zum Klingen gebracht werden können. Der wissenschaftlich arbeitende Harmoniker wird sich freilich meist mit dem Erkennen der betreffenden Gesetze begnügen, da er um ihre Transponierbarkeit weiß. Dieses dem Musiker ganz und gar vertraute Transponieren ist in der Tat eine der Grundvorausetzungen harmonikaler Naturerkenntnis, und Skeptiker sollten einmal daran denken, daß im Prinzip nichts anderes geschieht, wenn wir Infrarotaufnahmen sichtbar machen, sie in den Bereich normalen Sehens übertragen, oder wenn wir die heute sehr aktuelle »Sprache« der Fische aus dem Ultraschallbereich in den normalen Hörbereich hinüberführen; das sind echte Transpositionen, und um ganz analoge Verfahrensweisen handelt es sich bei der harmonikalen Naturbetrachtung.

So weit wollten wir mit unseren Vorbemerkungen für den weniger orientierten Leser gehen, der — wie schon gesagt — vorhandene Einführungsliteratur zur eingehenderen Information benutzen möge[8]. Hier ging es nur um einige grundsätzliche Hinweise und um die vorläufige Abwehr von Mißverständnissen. Wenn wir uns nun dem Kenner der Harmonik zuwenden, bei dem wir die Vertrautheit mit den wichtigsten harmonikalen Publikationen der letzten Jahre[9] voraussetzen

dürfen, so soll es sich bei den an ihn gerichteten Gedanken um etwas ganz anderes, beinahe Gegensätzliches handeln. Da es glücklicherweise an harmonikaler Literatur derzeit weniger denn je mangelt, besteht nämlich angesichts der nicht unbeträchtlichen Schwierigkeit mancher Werke die Gefahr von Desorientierung, Verwechslungen, Übersehen von Subtilitäten.

Vor wenigen Jahren konnte als Reprint »Die harmonikale Symbolik des Alterthums« von Albert von Thimus[10] neu erscheinen, einschließlich der so wichtigen Einführung von Richard Hasenclever[11]. Dieses grundlegende philologische, also rückwärts gewendete Werk steht damit endlich jedem zur Verfügung und kann nach langem Schlaf hoffentlich einer weitergreifenden Erschließung zugeführt werden. Fast gleichzeitig erschien Hans Kaysers nachgelassenes »Orphikon«[12], jenes nicht durch seinen Tod (1964), sondern schon 1956 abgebrochene Alterswerk, das den Höhenflug einer spekulativen harmonikalen Metaphysik, wie sie schon immer wesentliches Kennzeichen der Kayserschen Harmonik war, darstellt. Und schließlich konnte der Verfasser selber eine beträchtliche Anzahl von Arbeiten, vor allem Aufsätze, zur harmonikalen Grundlagenforschung veröffentlichen und ältere in einem Sammelband neu erscheinen lassen[13], die wieder ganz andere Seiten der Harmonik in den Vordergrund stellen als Thimus und Kayser. Geschichte[14] und Gegenwart, Naturfundament und Spekulation stehen nebeneinander, Bewiesenes und noch Rätselhaftes, Überholtes und Zukunftsweisendes — alles das ist heute für den harmonikal Interessierten oder Arbeitenden greifbar. Wird er aber auch immer wissen, worum es sich wirklich in jedem Falle handelt, welche Bedeutung jeder einzelnen Schrift im Gesamtbild der Harmonik wirklich zukommt? Der Klärung dieser Frage soll schließlich auch dieses Buch dienen helfen, doch seien zuvor noch einige Bemerkungen erlaubt.

Die Harmonik geht bekanntlich innerhalb unserer abendländischen Geistesgeschichte auf Pythagoras zurück, doch kann gerade diese älteste Phase am schwierigsten erhellt werden, da der von Pythagoras begründete pythagoreische Bund strenge Geheimhaltung übte. Der harmonikale Kern des Pythagoreismus und seine Bedeutung für die griechische Antike stehen jedoch außer Zweifel, und es ist von höchstem Interesse zu beobachten, wie sehr sich gerade in den letzten Jahren Philologen und Linguisten mit der Aufhellung dieser Probleme beschäftigen[15]. Ohne auf die unseres Erachtens nach noch fließenden Diskussionen näher einzugehen, sei jedoch angemerkt, daß bisher von den kompetenten Wissenschaften die »Harmonikale Symbolik« von Thimus noch nicht zur Kenntnis genommen wurde, also dasjenige Buch,

das sich speziell, ausführlich und mit erstaunlichen Kenntnissen vorwiegend mit dem Pythagoreismus beschäftigt, obwohl sein Inhalt einen größeren Ambitus hat und das Ziel verfolgt, die harmonikale Symbolik als Kern der alten Weisheitslehren überhaupt darzustellen.

Daß das Werk von Thimus ignoriert wurde, ist freilich verständlich, wenn man weiß, wie problematisch sein Inhalt ist. Thimus schreibt einen denkbar schwierigen, völlig unpädagogischen Stil, so daß man empfehlen muß, zuerst einmal Hasenclevers Schrift zu lesen, da diese den Zugang beträchtlich erleichtert. Thimus zitiert nicht nur lateinische und griechische Quellen, sondern auch in hebräischer und chinesischer Sprache und bedient sich der Keilschrift und der Hieroglyphen für seine Beweisführungen. Welcher Gelehrte aber beherrscht das alles heute, wer kann den Wahrheitsgehalt kontrollieren — ganz abgesehen von den bei den zuständigen Fachwissenschaftlern vorauszusetzenden musiktheoretischen und akustischen Kenntnissen? Das alles aber sind nur die äußerlichen Schwierigkeiten. Könnte man sie überwinden, steht man dem Problem der von Thimus verwendeten Quellen und Literatur gegenüber, die er sehr unzulänglich zitiert, offenbar damals allzuviel als bekannt voraussetzend, was heute erst mühsam erschlossen werden muß. Hinzu kommt der Fortschritt der musikwissenschaftlichen Forschung, die so manche im 19. Jahrhundert für richtig gehaltene Ansicht über die griechische Musiktheorie korrigiert hat. Aber erst wenn alle diese Klippen bezwungen sind, stellt sich die Kardinalfrage des Werkes: wo endet die philologische Quellenforschung (gereinigt von Fehlern) und wo beginnt die Interpretation und Spekulation des Albert von Thimus? Das vom Verfasser des vorliegenden Buches geleitete »Hans-Kayser-Institut für harmonikale Grundlagenforschung« an der Wiener Musikhochschule sieht die Klärung dieser verwickelten Problematik als eine seiner Aufgaben an, doch hat sich längst gezeigt, daß hier nur im Teamwork vorgegangen werden kann; die Verbindung zu anderen Wissenschaftlern erscheint wünschenswert und bahnt sich an[16]. Wäre also zu erhoffen, daß die philologischen Probleme in absehbarer Zeit mit vereinten Kräften gelöst werden können, so stellt sich unabhängig davon schon jetzt die bereits aufgeworfene Frage nach der erkennbaren, wennschon im Umfang noch nicht abzuschätzenden Interpretation und Deutung der Befunde durch Thimus, und diese Frage ist von einer für die gesamte Harmonik wesentlichen Bedeutung, die auch das Lebenswerk Kaysers betrifft. Wie schon angedeutet, herrscht heute über die Tatsache harmonikalen Denkens in der frühgriechischen Philosophie kein Zweifel mehr, weshalb Fritz Krafft in seiner »Geschichte der Naturwissenschaft I«[17] sagen kann, daß »bei den Griechen als rationale

Erkenntnismittel das Denken in Proportionen und Harmonien und der Analogieschluß« entstehen; und das sind die Grundprinzipien der Harmonik noch heute.

Diese Feststellung bedarf aber noch einer Anmerkung: Harmonie und Harmonik, harmonisch und harmonikal sind keineswegs identische Begriffe. Etwas als harmonisch zu bezeichnen, wäre vor allem ein ästhetisches Urteil, und Harmonien kann es auch außerhalb der Harmonik in unterschiedlichsten Bereichen geben. Harmonik dagegen ist ein wissenschaftlicher Begriff, der, wie schon angedeutet, besagt, daß zu bestimmten Sinnesqualitäten (Intervallempfindungen) naturgesetzlich festliegende Zahlen (Proportionen) gehören; zu diesen qualitativ-quantitativ ambivalenten Intervallproportionen zählen sehr wohl auch die musikalischen Dissonanzen, also Empfindungen, die wir nicht als harmonisch bezeichnen. Die Begriffe Harmonik und Harmonie überdecken sich nur im Begriff der Konsonanz, mit dem sich die Vorstellung des Harmonischen verbindet und der andererseits auch harmonikal definiert ist; ansonsten bedeuten sie Unterschiedliches und liegen auf getrennten Ebenen. Wenn aber in obigem Zitat von »Proportionen und Harmonien« die Rede ist, so ist damit faktisch der Begriff Harmonik gemeint, wie übrigens auch aus dem weiteren Inhalt des Buches hervorgeht.

Harmonikale Methodik und harmonikale Philosophie sind also in der Antike anerkannt. Aber eine Frage — abgesehen von philologischen Meinungsverschiedenheiten, auf die wir hier nicht einzugehen brauchen — bleibt dabei offen: die nämlich nach dem *Wahrheitsgehalt* dieses pythagoreisch-harmonikalen Weltentwurfes. In Harmonien denken, Behauptungen aufstellen, Weltbilder darstellen — alles das kann man mit dem spekulierenden Verstand allein auch, aber zu existieren braucht das alles deshalb noch lange nicht. Wie aber steht es mit der Existenz, mit dem realen Vorkommen harmonikaler Gesetze in der Natur? Es verhält sich hier wie beim ontologischen Gottesbeweis Anselms von Canterbury in der Frühscholastik, wo aus der Vorstellung, der Definition Gottes als des vollkommensten Wesens auf dessen Existenz geschlossen wurde, da ohne diese die Vollkommenheit eben unvollständig sei. Die Scholastiker kamen dann im Universalienstreit auf die wichtige Erkenntnis, daß man die *essentia,* die Summe der Wesensmerkmale irgendeiner Sache, streng zu trennen habe von der *existentia,* ihrer tatsächlichen Vorhandenheit. Denn: vorstellen, ganz und gar logisch ausdenken kann ich mir zum Beispiel ein grünes Pferd — aber ob es existiert, ist eben aus der bloßen Vorstellung, aus dem Denken allein nicht zu schließen.

Hier berühren wir eines der fundamentalsten erkenntnistheoretischen Probleme, dem unlängst Walter Heitler seine tiefschürfende Schrift »Wahrheit und Richtigkeit in den exakten Wissenschaften«[18] gewidmet hat, wohl wissend, wie oft auch heute noch gegen die alte scholastische Trennung verstoßen wird. Mathematische und logische Richtigkeit bedeuten keineswegs, daß das vom Verstand als richtig Beurteilte auch irgendwo in der Natur vorkommen muß. Schließlich besagt schon der Begriff »absolute Mathematik«, daß es ein Eigenleben der Mathematik in unserem Verstand gibt — und genau so gibt es auch eine absolute Harmonik. Beispiele für diese sind etwa die Thimus'schen Reihen[19], die Thimus dem von ihm entdeckten Lambdoma (s. S. 55) entnimmt und deren reale Bedeutung bisher noch nicht gefunden werden konnte, oder Kaysers sogenannte Hörbilder, die ebenfalls logisch-mathematisch meist aus dem Lambdoma entwickelt werden.

Hinzu kommt aber noch etwas anderes. Diese Kayserschen Hörbilder sind wesentlicher Bestandteil einer harmonikalen Ideenlehre, die beansprucht, im Sinne metaphysischer Zuordnung Urbild einer harmonikalen Weltstruktur zu sein. Da wird jedoch die Existenz eines realen harmonikalen Kosmos vorausgesetzt, und mit dessen Wahrheit steht und fällt die Berechtigung solchen Denkens — unabhängig davon, ob diese Hörbilder in sich richtig konstruiert wurden. Ähnlich verhält es sich mit dem großen Gebiet der harmonikalen Symbolik und auch mit der Anwendung harmonikaler Prinzipien in der allgemeinen Symbolik, wie sie von Julius Schwabe vertreten wird[20]. Symbole sind Chiffren für etwas, was man nicht anders darstellen kann oder will. Der Sinn der harmonikalen Symbolik kann aber doch nur der sein, anzudeuten, daß es harmonikale Gesetze in der Welt gibt. Wiederum ist also die Existenz eines harmonikalen Weltaufbaues bzw. harmonikaler Naturgesetze Voraussetzung, und mit noch so geistvoll dargestellten und mathematisch-akustisch richtigen Symbolen kann kein einziger Beweis geführt werden, wie übrigens schon Johannes Kepler wußte, der deshalb Platons Timaios-Tonleiter, eines der ältesten und wichtigsten harmonikalen Symbole, ablehnte[21].

Wenn reine Mathematik und Logik ausreichen würden, die Welt zu erklären, dann müßte jedes naturwissenschaftliche Experiment auf Anhieb glücken. Aber das stimmt bekanntlich nicht. Experimente sind Befragungen der Natur; der experimentierende Naturwissenschaftler geht dabei von einer Arbeitshypothese aus und stellt mit ihr seine Frage. Wie oft aber gibt es nicht sofort eine Antwort, kein befriedigendes, brauchbares Resultat, wie oft muß die Arbeitshypothese, die Fragestel-

lung verändert werden, bis schließlich ein wissenschaftliches Ergebnis vorliegt. Das aber heißt doch: es muß zu dem logisch-mathematischen Gedankengang der Hypothese ein passender, mit ihr übereinstimmender Vorgang in der Natur gefunden werden. Oder anders: es sind nur diejenigen Verstandesoperationen wahr, die sich in Analogie, in Identität mit der Natur befinden — in sich richtig sein können alle die anderen ergebnislosen auch. Es gab eine Zeit, da man diesen Sachverhalt übersah. Da glaubte man blindlings an die Macht des menschlichen Verstandes und vor allem der Mathematik, betrieb sogar bedenkenlos Metaphysik auf derart rationalistische Weise, vermeinte alles more geometrico erklären zu können. Es war dies die Zeit der Aufklärung, deren allzukühnen Glauben in die Fähigkeiten des menschlichen Verstandes bekanntlich Immanuel Kant dann in seine Grenzen verwies. Heute scheint merkwürdigerweise ein Rückfall in dieses aufklärerische Denken stattzufinden, da wieder einmal allzuviel mit dem Intellekt allein operiert wird.

Diesen Rückfall in die Aufklärung zu untersuchen, ist nicht unsere Aufgabe, zumal immer mehr Proteste laut werden. Als mögliche und wichtige Gegenkraft wird aber in steigendem Maße auch die harmonikale Denkweise angesehen, und sie könnte diese Aufgabe auch sehr wohl erfüllen. Dies kann sie aber nur dann, wenn sie nicht in den gleichen Fehler verfällt, wie wir ihn bei absoluter Mathematik und reiner Logik aufzeigten. Absolute Harmonik und harmonikale Symbolik allein genügen nicht als Naturerklärung; die Richtigkeit harmonikaler Theoreme und die von diesen fraglos ausgehende Faszination sagen noch nichts über wahre harmonikale Gesetze im Kosmos aus. Erst die Identität wissenschaftlich nachgewiesener Gesetze und Strukturen in der realen Welt mit harmonikalen Grundlagen hilft uns auf diesem Weg weiter.

Die Frage nach dem Wahrheitsgehalt der antiken pythagoreischen Philosophie, von der wir ausgingen, ist also keine bloß historische, sondern sie betrifft viel mehr noch die Gegenwart, da gerade heute die Harmonik im Begriffe steht, eine Aufgabe zu übernehmen, die sie in der gesamten abendländischen Geistesgeschichte noch nie hatte. Die harmonikale Tradition — insofern eine solche überhaupt nachgewiesen werden kann[22] — verlief zum Teil in Bereichen, in denen die bloße Richtigkeit der Theoreme ausreichend erschien. Heute aber müssen wir darüber hinaus nach ihrem Wahrheitsgehalt fragen.

Die Frage nach der Wahrheit, nach dem Vorhandensein harmonikaler Gesetze in der objektiven Natur, kann nicht beantwortet werden, ohne daß wir uns nunmehr gründlicher über das informieren, was eigentlich als Disposition des menschlichen Gehörs nachgewiesen werden kann; denn einleitend haben wir ja nur sehr kurz angedeutet, worum es geht. Man könnte aber auch die Meinung vertreten, daß diese Gehörsdisposition selber schon ein Bestandteil der Natur ist, und in der Tat ist das auch der Fall. Man pflegt viel zu leichtfertig Veranlagungen des Menschen als subjektiv zu bezeichnen, mit einem Wort also, das den Beigeschmack des Nicht-Allgemeingültigen, Stimmungs- oder gar Willkür-Abhängigen hat, während sich mit der Bezeichnung »objektiv« in unserem Sprachgebrauch die Vorstellung des Bewiesenen, Allgemeinverbindlichen verbindet. Diese Klassifizierung ist selbstverständlich unzureichend, doch wird immer noch mit ihr argumentiert. Natürlich ist auch die Gehörsdisposition des Menschen objektiv beweisbar, und ob man den Menschen überhaupt strikt von der »objektiven« Natur trennen kann, ist gerade für die moderne Physik fraglicher denn je. Helmut Plessner [23] hat angesichts der Unzulänglichkeit der Begriffe subjektiv und objektiv die Vokabel »intersubjektiv« eingeführt und damit all das bezeichnet, was zwar zum Menschen gehört, was dennoch aber objektive Gültigkeit hat, insofern es allen Menschen gemeinsam ist. In diesem Sinne handelt es sich bei der Gehörsdisposition um intersubjektive Gegebenheiten.

Die Frage nach der Einordnung der Gehörsdisposition wurde aber auch aus einem anderen Grund gestellt. Es gibt noch heute in der Musiktheorie die Auffassung, daß die Intervalle gar nicht aus dem Gehör des Menschen, sondern aus der tatsächlich objektiven Natur stammen, wo bekanntlich die Obertonreihe existiert, und diese bei jeglicher Tonerzeugung automatisch mitklingenden Obertöne könnten unterschwellig das Gehör beeinflußt haben; denn es handelt sich bei den Abständen der Obertöne voneinander auch um Intervalle und um die gleichen Proportionen, wie wir sie bereits angegeben haben. Vielleicht hat unsere Kurzdarstellung, in der wir die Obertonreihe mit keinem Wort erwähnt haben, sogar manchen Leser befremdet. Aber wir werden zeigen können, weshalb wir so vorgegangen sind, und eben darum müssen wir uns jetzt ausführlicher mit der Gehörsdisposition befassen.

Da wir diese in mancher Weise neuartigen Überlegungen unlängst ausführlich publiziert haben [24], können wir uns hier auf die wichtigsten Gedanken beschränken. Wir gehen dabei aus von Experimenten am Monochord, wie sie schon in der Antike durchgeführt wurden; die Erfindung dieses Instrumentes wurde nicht zufällig Pythagoras zuge-

schrieben. Man rückt bekanntlich unter der Saite des Monochordes einen Steg hin und her, der unterschiedliche Längen abteilt, welche, wenn man die Saitenteile erklingen läßt, verschiedene Töne ergeben. Wir wollen zuerst die Oktave erzeugen und stellen fest, daß diese dann erklingt, wenn der Steg die Hälfte der Saite abteilt; diese Hälfte bildet zur ganzen Saitenlänge also das Längenverhältnis 1 : 2 und ist die zur Oktavempfindung gehörige Quantität. Machen wir hier aber sogleich noch einen anderen Versuch: wir verschieben den Steg geringfügig aus der Mittellage, so daß sich eine Verstimmtheit ergibt, wenn wir beide Saitenteile vergleichen (beide Hälften bilden die Proportion 1 : 1, das Intervall der Prime); die exakte Stimmung kann dann wiedergewonnen werden durch Zurückschieben des Steges. Am instruktivsten ist es, wenn man eine andere Person, die das Monochord nicht sehen kann, bittet, das Zurückschieben des Steges nur durch Hinhören zu leiten und zu beenden, wenn die Prime wieder rein erklingt. Man wird sehen, daß diese Stimmung mit dem Gehör außerordentlich genau ist und höchstens Abweichungen von 1 Promille zu verzeichnen sind. In analoger Weise können wir die Quinte als 2 : 3, die Quarte als 3 : 4 ermitteln und ähnlich auch alle anderen Intervalle, wobei sich eben jene Proportionen ergeben, die wir schon genannt haben. Freilich ist eine derart exakte Stimmung wie bei der Prime nur noch bei Oktave, Quinte und Quarte möglich, die anderen Intervalle haben sogenannte Ziehbereiche. Hinzugefügt werden muß noch, daß die geschilderte Verstimmung lediglich die Reinheit des Intervalles betrifft, der Charakter jedoch, die spezifische Empfindung bleibt (bis zu einer bestimmten Grenze jedenfalls) erhalten. Eine verstimmte Oktave zum Beispiel wird als Oktave dennoch erkannt. Intervallcharakter und Exaktheit der Proportion werden also getrennt registriert.

Wichtig für uns an diesen Experimenten ist nicht so sehr die Tatsache, daß sich am Monochord am besten die Zugehörigkeit von Proportionen und Empfindungen, von Quantitäten und Qualitäten nachweisen läßt, sondern daß unser Ohr ein Meßinstrument von beachtlicher Genauigkeit ist! Es muß also im Ohr eine diesbezügliche Disposition vorhanden sein, und diese ermöglicht es uns, die entsprechenden Quantitäten genau (jedenfalls bei Proportionen aus den Zahlen 1 bis 4) zu bestimmen, Zahlen also aus dem Gehör abzuleiten. Dies ist von außerordentlicher Wichtigkeit und wird uns noch weiter zu beschäftigen haben.

Man pflegt bei Monochordexperimenten freilich meist umgekehrt zu verfahren. Das besagt, daß man bestimmte Zahlenverhältnisse einstellt und die Ergebnisse als Intervallempfindungen registriert und be-

nennt. Wir wollen auch ein solches Experiment machen und nacheinander die ganze Saite, alsdann die Hälfte, 1/3, 1/4, 1/5 usw. erklingen lassen. Dabei nehmen wir an, der Grundton der ganzen Saite sei C, es könnte aber auch jeder beliebige andere Ton sein, da die Intervalle relativ sind. Das Ergebnis sieht so aus:

C	c	g	c′	e′	g′	b′	c″	d″	e″	fis″	g″	a″	b″	h″	c‴
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Wir haben die Töne durchnumeriert und wollen nun folgende Einzelheiten festhalten. Zunächst muß festgestellt werden, daß die Bezeichnungen der Töne 7, 11, 13 und 14 nicht ganz zutreffend sind, da es sich um sogenannte ekmelische, in unserem Tonsystem und daher auch in unserer Nomenklatur nicht vorkommende Töne handelt. Die Reihenfolge der Töne führt zu Intervallen, die sie untereinander bilden, und zwar der Reihe nach: Oktave, Quinte, Quarte, große Terz, kleine Terz usw.; drücken wir aber diese Intervalle in Proportionen aus, die uns schon bekannt sind, müßten wir schreiben: 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4, 4 : 5, 5 : 6 usw. Und wir erkennen, daß dies genau jene Zahlen sind, die bereits unter den Tönen stehen, mit denen wir zunächst einmal die Einzelergebnisse durchnumeriert hatten; man braucht zwischen die Nummern der Teiltöne lediglich Divisionspunkte zu setzen, um die Proportionen zu erhalten! Die Reihe der ganzen Zahlen, die sogenannten natürlichen Zahlen, liefert also das Proportionengesetz dieser Tonreihe.

Aber nun kommt das Wichtigste. Der Leser wird längst schon bemerkt haben, daß diese Tonfolge eine sehr bekannte Reihe ist: die Obertonreihe, also jene Töne, die naturgesetzlich bei jeglicher Tonerzeugung zustandekommen (weitere Einzelheiten sind hier nicht von Interesse). Diese Feststellung ist richtig, jedoch: das Experiment hat mit der objektiven Natur doch offensichtlich gar nichts zu tun. Denn was ist geschehen? Wir haben lediglich ein Zahlengesetz, die Folge, 1, 1/2, 1/3, 1/4 ... 1/16, auf das Monochord übertragen und die erklingenden Töne bzw. Intervalle aufgeschrieben und durchnumeriert. Es sei noch hinzugefügt, daß dasselbe Experiment schon in der Antike durchgeführt worden sein muß, da uns diese Zahlenreihe als Hauptbestandteil des oben erwähnten Lambdoma, das jedem Harmoniker vertraut ist, entgegentritt; in der Antike kannte man aber die Obertonreihe noch nicht — sie wurde erst 1636 durch Marin Mersenne entdeckt, und das zugehörige Zahlengesetz fand Joseph Sauveur 1702.

Wir müssen also feststellen: Es existiert im dargestellten Fall

1. ein von unserem Verstand ausgedachtes mathematisches Verfahren, nämlich die angegebene Folge von Brüchen;

2. die Fähigkeit unseres Gehörs, diese Zahlen bzw. Proportionen in Intervalle umzusetzen, wobei eine uns bereits bekannte hohe Meßgenauigkeit zumindest bei den Zahlen 1 bis 4 mitwirkt;
3. in der objektiven Natur eine als Obertonreihe bekannte Tonfolge, die identisch ist mit der durch die genannte mathematische Anweisung am Monochord erzeugten,
4. die Naturzahlenreihe als Proportionengesetz der Obertonreihe (deren Reziproke die angewendete Zahlenfolge war).

Mathematische Gesetzlichkeit, ein objektives Naturgesetz sowie im Gehör disponierte Fähigkeiten hängen also miteinander zusammen — jedoch nicht kausal. Denn weder entstammen die Intervalle des Experimentes der Obertonreihe, wie gezeigt werden konnte, noch ist diese Obertonreihe etwa ein menschliches Produkt, sondern sie ist ein wirkliches Naturgesetz. Wir kommen also zu dem Schluß, daß es sich um eine *Analogie* zwischen Mathematik, Gehör und Natur handelt, wobei dem Gehör die vermittelnde Funktion zuteil wird, eine Funktion von wahrhaft erkenntnistheoretischer Bedeutung, da ohne sie die bestehende Analogie nicht erkannt werden könnte. Es stehen hier *drei Komponenten* miteinander in Zusammenhang: der menschliche Verstand als Erzeuger der Mathematik, psychisches Empfinden akustischer Sinnesqualitäten und objektive Naturtatsachen. Es handelt sich um drei gänzlich verschiedene Ebenen, die da zusammenwirken, und die Analogie ist die wesentlichste Beziehung zwischen ihnen. Interessant für uns ist, daß diese Erkenntnis mit Hilfe recht einfacher Monochordexperimente gewonnen werden kann, die freilich umfassender interpretiert werden müssen, als es bisher üblich war.

Eines ist aber selbstverständlich auch klar: da eben die Intervallproportionen tatsächlich in der Natur vorkommen, könnte die Obertonreihe faktisch den Kern der pythagoreischen Lehre einer akustischen Weltharmonie bilden — nur dürfte es sehr unwahrscheinlich sein, daß sie in der Antike bekannt war. Für die moderne Harmonik hingegen ist sie von großer Bedeutung, da sie ein wichtiger Teil jenes Wahrheitsbeweises ist, um den wir uns hier bemühen.

Nachdem gezeigt werden konnte, welche Komponenten beim Intervallbegriff mitwirken und in welchem Zusammenhang sie stehen, müssen wir uns noch einmal mit der bereits skizzierten Gehörsdisposition befassen. Es kann nicht alles wiederholt werden, was früher schon zu diesem Thema gesagt wurde, und insbesondere müssen wir auf längst bekannte Beweisführungen verzichten. Sehen wir uns also noch einmal die Tabelle auf Seite 10 an, welche die durch das sinnreiche Zusammen-

wirken von Kombinationstönen (bis zur 9. Ordnung) und Obertönen (objektiven wie subjektiven) im Ohr zustande gekommene (aber nur bei ganzzahligen Proportionen mögliche!) Reihung der Intervalle nach ihrem Sonanzgrad wiedergibt. Diese Reihenfolge ist übrigens jedem Musiker wohlvertraut, da man seit der Renaissance in dieser oder ganz ähnlicher Weise die Intervalle einzustufen pflegt. *Neu* ist lediglich, daß jetzt die Gehörsphysiologie als Ursache erkannt wurde.

Betrachten wir die Proportionen dieser Intervalle näher und schreiben sie der Reihe nach auf, so ergibt sich Folgendes:

1 : 2, 2 : 3, 3 : 4, 3 : 5, 4 : 5, 5 : 6, 5 : 8, 5 : 9, 8 : 9 usw.

Wir sehen, daß nacheinander ziemlich genau die Zahlen der Naturzahlenreihe auftreten, nämlich jene Proportionen, die auch das Zahlengesetz der Obertonreihe bilden. Ganz exakt die Naturzahlenreihe ist es nicht — nur ziemlich genau; wobei es unwichtig ist, daß die Zahl 7 fehlt, da sie als Intervallbildner in unserem Tonsystem nicht vorkommt und daher ihre ekmelischen Intervalle hier nicht zur Debatte stehen können. Es ist die paarig abgeteilte Reihe der Naturzahlen, die nicht nur die Intervalle enthält (das wäre bei der Obertonreihe irgendwie auch der Fall), sondern die sie in jene für die Musik so eminent wichtigen *Reihenfolge* bringt. Und in diesem Unterschied ist die tiefere Ursache dafür zu erblicken, daß alle Versuche, wie sie vorwiegend im 19. Jahrhundert aus positivistischer Sicht unternommen wurden, komplexere Grundlagen der Musik (zum Beispiel auch Dur und Moll) aus der Obertonreihe abzuleiten, fehlgeschlagen sind oder aber nur mit intellektuellen Konstruktionen gleichsam mit Gewalt erreicht werden konnten, also nur fiktiv.

Wir sagten eben schon, daß man seit der Renaissancezeit eine solche Unterscheidung von Konsonanzen und Dissonanzen kennt, und das ist kein Zufall. Jener erwähnte »Mechanismus« von Kombinations- und Obertönen im Ohr, der die Ursache des Sonanzunterschiedes simultaner Intervalle ist, kommt nämlich erst bei einer Lautstärke von 40 Dezibel (piano) zustande. Fragt man sich nun, wann Töne gleichzeitig mit dieser Lautstärke zum erstenmal in der Musikgeschichte erklungen sein mögen, so stößt man auf die Musik des späten Mittelalters, wo die Entwicklung der mehrstimmigen Musik bis zu diesem Grad gediehen war. Tatsächlich hebt um diese Zeit die Diskussion der Terzen und Sexten als Konsonanzen an, und sie blieben solche neben Oktave, Quinte und Quarte, die immer schon Konsonanzen waren. Das Ohr hatte sich gegen

die Theorie (denn vorher galten Zahlenspekulationen als Kriterium) durchgesetzt, wie man zu sagen pflegte, ohne freilich zu wissen, aus welchem Grunde — den kennen wir erst seit zwanzig Jahren.

Die vollständige Einbeziehung der Sonanzunterschiede in die Musik hatte aber noch eine Folge, die von kaum geringerer Bedeutung ist: die Entstehung von Dur und Moll. Diese beiden Tonarten kommen erstmalig um die Mitte des 16. Jahrhunderts in der Musiktheorie vor, haben sich also vorher in der praktischen (weltlichen) Musik durchgesetzt, und sie bleiben schließlich allein übrig aus der Vielzahl der diatonischen Tonleitern des Mittelalters, den sogenannten Kirchentonarten. Wie war dies möglich? Wenn konsonante und dissonante Intervalle unterschieden wurden — und gerade das ist ja bezeugt —, dann ist die Annahme gewiß sinnvoll, daß Kompositionen mit optimaler Verwendung der Wohlklänge der Vorzug gegeben wurde, daß man also in Tonarten komponierte, die möglichst viele Konsonanzen enthielten. Fragen wir uns nun, unsere Sonanztabelle noch einmal konsultierend, wie innerhalb der damals allein vorhandenen Diatonik möglichst viele Konsonanzen auf einen gemeinsamen Grundton bezogen werden können (also: Oktave, Quinte, Quarte, große Sexte und große Terz), dann ergeben sich zwei Lösungen, nämlich c und g, d. h. folgende Tonreihen:

c e f g a c′ und g h c′ d′ e′ g′

Die in die Lücken fallenden Töne d, h, bzw. a, f′ waren natürlich in der Diatonik auch vorhanden, aber keine Konsonanzen zum Grundton. Wir erkennen: die erste Tonfolge ist unser Dur, und in genau dieser Form erschien es in der Musiktheorie (warum es dem G-Modus vorgezogen wurde, haben wir an früherer Stelle diskutiert[25]). Fragen wir weiter, welche Tonleiter wohl die zweitbeste Lösung ergeben würde, also hinsichtlich der Konsonanzen Dur am ähnlichsten sein müsse, so stoßen wir auf den D-Modus, die dorische Kirchentonart, da diese wie Dur die große Sexte, jedoch eine kleine Terz enthält. Diese Feststellung bringt unter damaligem Gesichtspunkt nichts Neues, da Dorisch die Basistonart des gesamten Systems der Kirchentöne war; sie könnte aber erklären helfen, warum gerade diese Intervallfolge sich in ihrer Funktion halten konnte, nachdem sie bekanntlich durch ein Mißverständnis aus der griechischen Musiktheorie in diese Position gekommen war.

Forschen wir nun danach, welche Sonanzenfolge sich in der Bewertung durch das Gehör anschließt, so muß das diejenige sein, in der kleine Terz und kleine Sexte zusammen mit Oktave, Quinte und Quarte auf einen gemeinsamen Grundton innerhalb der Diatonik bezogen

werden können, und diese Frage führt wieder zu zwei Lösungen, nämlich mit den Grundtönen a und e, und damit zu den Tonfolgen:

a c' d' e' f' a' und e g a h c' e'

Schließt man wieder die Lücken mit vorhandenen Tönen der Diatonik, so ergibt sich im ersten Fall das natürliche Moll, und so übernimmt es damals auch die Musiktheorie. Es lassen sich also Dur *und* Moll auf diese Weise aus der Gehörsdisposition ableiten. Natürlich kamen beide Skalen auch schon im System der Kirchentöne vor, jedoch nur als plagale, abgeleitete Tonleitern; sie erfahren jetzt aber eine ungemeine Bedeutungszunahme dadurch, daß sie zu neuen authentischen Tonarten gemacht werden, was unserer Auffassung nach nur durch die Gehörsdisposition erklärt werden kann.

Wir können diesen Gedankengang nunmehr mit folgender Definition abschließen: *Dur* ist die Beziehung einer Höchstzahl optimaler Konsonanzen auf einen gemeinsamen Grundton innerhalb der Diatonik, *Moll* die drittbeste Folge von Konsonanzen unter gleichen Bedingungen.

Moll ist also nahezu das Nächstliegende nach Dur, unter der Voraussetzung des Strebens nach Wohlklang, wie es im Kunstempfinden der damaligen Zeit sicherlich angenommen werden kann. Es sei uns aber noch eine Bemerkung gestattet: Die angegebene Definition setzt die zuvor geschilderte physiologische Gehörsdisposition nicht zwingend voraus; was Konsonanzen waren, stand damals ohnedies fest, und hätte man diese in der angegebenen Weise gereiht, wäre die von uns vorgenommene Interpretation auch so erreichbar gewesen. Oder noch anders: Da Dur und Moll tatsächlich historische Fakten sind, hätte man obige Feststellung (denn unsere Definition ist nur eine Beschreibung, keine Begründung!) auch früher schon treffen können, doch hat vielleicht die positivistische Betrachtungsweise dafür den Blick verstellt.

Wir müssen nunmehr auf eine andere Ebene überwechseln; denn die Anatomie des Ohres, von der wir bisher sprachen, reicht allein nicht aus, um alle Fragen zu klären und auch gewisse Widersprüche zu beseitigen. Wir haben daher schon früher auf die Mitwirkung einer psychischen Disposition verwiesen[26], und über diese muß auch hier einiges gesagt werden. Erinnert sei daran, daß wir bereits bei unserer kurzen Schilderung von Monochordexperimenten auf eine bemerkenswerte Fähigkeit des Gehörs stießen, nämlich daß es sehr genau messen kann, weshalb wir Intervalle mit Proportionen aus den Zahlen 1 bis 4 genauestens stimmen können. Aber wir sagten schon, daß, obgleich wir die Verstimmtheit registrieren, dennoch der Intervallcharakter erhalten

bleibt; auch wenn die Proportion nicht mehr exakt ist, wissen wir dennoch, daß es sich um eine Oktave, Quinte oder kleine Terz usw. handelt — die spezifischen Intervallqualitäten bleiben also bestehen, und es muß daher in diesem Bereich der psychischen Empfindung eine gewisse Bandbreite oder Elastizität existieren. Man kennt dieses Phänomen schon seit der Barockzeit und nennt es »Zurechthören«; zum Beispiel beruht die Möglichkeit, Instrumente temperiert, also von den Proportionen abweichend, zu stimmen, auf diesem Vermögen. Die Zurechthörbereiche sind teilweise beachtlich groß und können bis zu 40 % der Halbtondistanz betragen, doch stehen differenziertere Untersuchungen noch aus.

Die Distanz einer Oktave wird daher unterteilt in 12 Teilbereiche unterschiedlicher Empfindung, die relativ groß sind (da vom exakten Wert nach oben und unten Zurechthörbereiche mit bis zu 40 % der betreffenden Halbtonbereiche ausgehen, sind etwa 80 % des gesamten Hörbereiches empfindungsmäßig festgelegt), und zwischen ihnen befinden sich kleinere Lücken (20 % der Einzelbereiche und somit vom Gesamtbereich) ohne charakteristische Empfindungen. Dieser Tatbestand stimmt nun mit einer aus der physiologischen Disposition ableitbaren Folgerung überein. Berechnet man nämlich mit dem auf Seite 10 und 21 erwähnten Verfahren jene Intervalle, die in die Mitte zwischen je zwei der 12 Hauptintervallen fallen, also die sogenannten »Vierteltöne«, so erweisen sich diese ausnahmslos als Dissonanzen, und ihre Proportionen fallen genau in jene Lücken von 20 % des Hörbereiches, wo keine sinnvolle Apperzeption möglich ist. Dieser psychophysischen Korrelation von Dispositionen kann man zuschreiben, daß die Zwölfzahl unserer Intervalle kein Zufall ist. Eine Untersuchung der bekanntlich sehr bunten Intervallpalette der altgriechischen Musik[27] ergab überdies auch eine überraschend große Bevorzugung dieser 12 Intervallqualitäten.

Wäre somit die zwölfstufige Chromatik als Gehörsdisposition erklärbar, soll uns nun noch die Frage nach der Herkunft der Diatonik beschäftigen, die wir ja bei der Ableitung von Dur und Moll aus der Gehörsdisposition als gegeben voraussetzen mußten. Sie ist in der Tat nicht nur im Mittelalter vorhanden, sondern auch schon in der griechischen Musiktheorie dominant, weshalb wir uns für diese Diskussion in einen anderen Bereich begeben müssen. Tonsysteme wie das griechische und das mittelalterliche sind bekanntlich Spätprodukte, Folgen längerer Entwicklung und können nicht typisch für ein ursprüngliches Musizieren sein. Am Anfang standen Melodien, Rhythmen, Motive, also lebendige Musik, und diese hat sich erst allmählich mit Reflexionen

angereichert, wobei es schließlich auch zur Ausbildung von Tonsystemen gekommen ist[28]. Auf diesem Wege müßte irgendwo auch die Diatonik entstanden sein — falls sie nicht ebenfalls ein intellektuelles Spätprodukt ist. Letzteres ist jedoch nicht der Fall; denn am Anfang abendländischer Tonsystematik war sie schon vorhanden. Es verbleibt uns daher nur die Möglichkeit, die vor jeglicher bewußten Systembildung liegende Musik der Naturvölker zu untersuchen, wie Marius Schneider dies in der angegebenen Arbeit getan hat.

Schneider stellte bei der Untersuchung der Naturvölkermusik u. a. auch bestimmte tonale Gewohnheiten fest und erkannte einen typischen Weg, auf dem sie sich weiter ausbauten. Diese Entwicklung zeichnete er in der Form sogenannter Gebrauchstonleitern, wie sie in der Musikethnologie üblich sind, auf und stellte diese in der folgenden Tabelle zusammen:

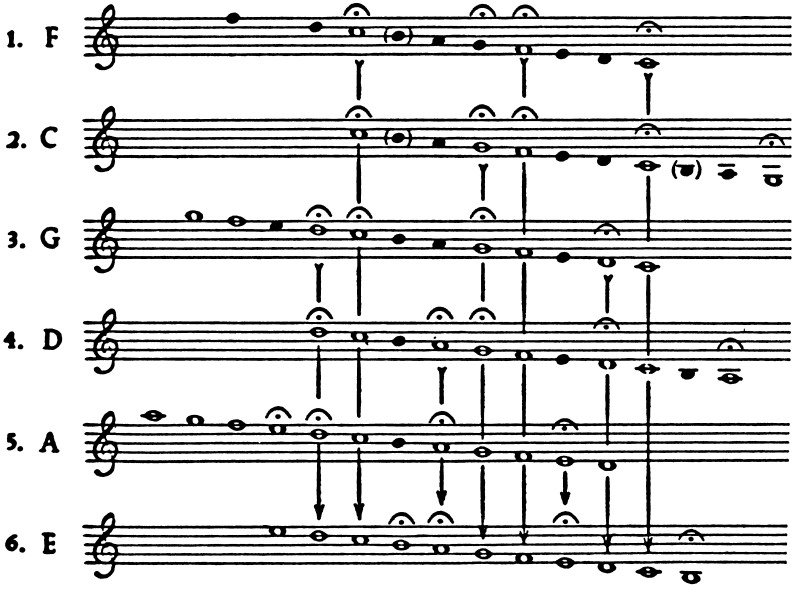


Abb. 1: Gebrauchstonleitern (aus M. Schneider: Entstehung der Tonsysteme, S. 205)

Die Skalen enthalten unterschiedliche Schwerpunkte, die durch verschiedene Notenwerte in ihrer Rangordnung gekennzeichnet sind. Diese Schwerpunkte stellen wir noch einmal gesondert heraus und schreiben dazu die in den einzelnen Modi jeweils hinzukommenden Intervalle, die vom ersten (obersten) Schwerpunkt aus gebildet werden:

Modus	Schwerpunkte			hinzukommende Intervalle
F		c″ f′	c′	Oktave, Quinte
C		c″ g′ f′	c′ g	Quarte
G	g″ f″	d″ c″ g′ f′	d′ c′	große Sekunde
D		d″ c″ a′ g′ f′	d′ c′ a	große Sexte
A	a″ g″ f″	e″ d″ c″ a′ g′ f′ e′	d′	große Terz
E		e″ d″ c″ h′ a′ g′ f′ e′	d′	große Septime

Das Ergebnis dieser Entwicklung ist eindeutig die Diatonik (zwischen e″ und e′), und dieses Ergebnis tritt in einem Zusammenhang auf, der jede bewußte Steuerung ausschließt, so daß als Ursache nur die Veranlagung, die Disposition der Musizierenden angenommen werden kann, zumal die Untersuchungen Schneiders auf eine Vielzahl von Melodien aus den verschiedensten Völkern zurückgehen. Daß wir uns eine derartige unbewußt verlaufende Entwicklung auch als Vorstufe zu unseren europäischen Hochkulturen denken können, sei nur am Rande vermerkt; denn die Ethnologie hat durch Feststellung identischer Kulturmerkmale Gründe für die Annahme, daß heute noch bestehende niedere Zivilisationen mit vorzeitlichen sozusagen gleichgesetzt werden können.

Es läßt sich aber noch mehr erkennen. Die Intervallfolge des diatonischen E-Modus ist nämlich die gleiche, wie die unseres Dur, nur ist sie abwärts gerichtet. Außerdem verläuft die sukzessive Entwicklung der einzelnen Stufen genau nach dem von uns dargestellten Sonanzschema (vgl. S. 10); die große Sekunde beim G-Modus stört diese Reihenfolge nur scheinbar, da sie aus übernommenen Schwerpunkten gebildet wird, und ähnlich verhält es sich mit der am Schluß verfrüht auftretenden großen Septime. Konstituierend für die aufgezeigte Entwicklung sind also eindeutig die auch die Dur-Tonalität bildenden Hauptkonsonanzen, noch dazu in der gleichen Reihenfolge. Unsere Definition von Dur als Beziehung einer Höchstzahl optimaler Konsonanzen auf einen gemeinsamen Grundton trifft also auch hier zu. Dort, wo in der Entwicklung der Musik erstmalig das auftritt, was wir als *Tonalität* zu bezeichnen pflegen, zeigt sich, daß diese in engstem Zusammenhang mit dem Konsonanzempfinden steht, ja geradezu als dessen Folge bezeichnet werden muß.

(Gegen unsere Interpretation dieses auf gesicherten Forschungen beruhenden Befundes könnte eingewendet werden, daß sie Ursachen annimmt, die nur für Mehrstimmigkeit gelten, welche hier aber keineswegs Voraussetzung ist. Tatsächlich handelt es sich auch um eine andere

Begründung, die bis vor kurzem noch unbekannt war, während des Druckes dieser Arbeit jedoch gefunden wurde. Sie wird in einer zusammenfassenden Publikation mit dem Titel »Über das disponierte Gehör« demnächst in einer Wiener Schriftenreihe zur Musiksoziologie veröffentlicht werden.)

Wie wir schon sagten, existiert die Diatonik bereits in der griechischen Antike, und zwar als ältestes Tongeschlecht. Zentraltonleiter der griechischen Diatonik ist aber das Dorische, das von e′ bis e abwärts verläuft, also identisch mit dem E-Modus der Naturvölkermusik ist — und identisch auch mit der (umgekehrt verlaufenden) Intervallfolge von Dur. Kann das Zufall sein? Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die Griechen auch in ihrer Ethoslehre, in der sie jeder Tonleiter bestimmte charakteristische Eigenschaften zuschrieben, dem Dorischen einen besonders hohen Rang einräumten, und daß Platon die gleiche Skala im »Timaios« dort verwendet, wo er die von ihm angenommene Seele der Welt als Tonleiter darstellt. Die dieser Tonleiter zugeschriebene hohe Bedeutung paßt unserer Ansicht nach sehr gut zu der Tatsache, daß sie aus den optimalen Konsonanzen besteht.

Wir sind damit am Ende unserer gedrängten und nahezu ohne Beweise vorgetragenen Darstellung der aus der Gehörsdisposition ableitbaren, also anthropologisch begründeten Fakten, die wir nun noch einmal zusammenfassen wollen.

1. Die Intervalle sind gegeben
a) aus einer sinnreichen Disposition des menschlichen Ohres,
b) aus der bei jeder Tonerzeugung als Naturgesetz (und zusätzlich im Ohr) entstehenden Obertonreihe.
2. Das in beiden Fällen zutage tretende Zahlengesetz ist die Reihe der natürlichen Zahlen, in der Natur in normaler Reihenfolge, im Gehör mit verschiedenen Unterbrechungen, wobei aber die Richtung der Reihe beibehalten wird.
3. Es besteht daher weitgehende Analogie zwischen
a) der objektiven Natur,
b) der intersubjektiven Gehörsdisposition,
c) einem auf beide anwendbaren mathematischen Verfahren von weit umfangreicherer und auch selbständiger Bedeutung (im Sinne der reinen Mathematik).
4. Aus der Gehörsdisposition lassen sich ferner ableiten
a) die Bevorzugung der Intervalle aus ganzzahligen Proportionen,
b) der unterschiedliche Sonanzgrad der Intervalle,
c) die Chromatik (Zwölfzahl der Intervalle),
d) die Diatonik,
e) Dur und Moll.
5. Die Grundlagen (Tonleitern) verschiedener Musik-Kulturen erweisen sich

als im Prinzip identisch, wobei das Anstreben von Konsonanzen als charakteristischer und offenbar unbewußt verwendeter Leitfaden in Erscheinung tritt.

6. Die konsonanten Intervalle nehmen also nicht nur in der tradierten Musik, sondern auch in den Tonsystemen eine hervorragende Stellung ein, zu der sie durch die spezifische Disposition des menschlichen Gehörs geradezu notwendigerweise gebracht werden. Bewußte, intellektuelle Konstruktion oder gar bloße Konventionalisierung als Ursachen für diesen Tatbestand sind daher auszuschließen.

Zum Schluß sei noch eine Bemerkung über exotische Musik angeführt, obwohl wir uns auch über dieses Thema bereits ausführlicher verbreitet haben [29]. Grundsätzlich: hier und auch im Folgenden geht es um die *Grundlagen* der Musik — nicht um die Musik selber. Diese Grundlagen aber sind vor allem die Intervalle, die wir auch jetzt wieder mit den Farben im visuellen Empfindungsbereich vergleichen wollen. Und so, wie man zu allen Zeiten und in allen Kulturen die gleichen Grundfarben in der Malerei verwendet hat, obwohl zahllose unterschiedliche Ausdrucksarten mit ihnen erzielt wurden, so ist auch die Existenz gleicher Intervalle als Fundament denkbar unterschiedlicher Musik durchaus vorstellbar. Nicht die ästhetische Verwendung dieser Intervalle steht für uns zur Debatte, sondern deren Vorhandenheit als Grundlage. Diese aber ist erwiesen, und auch die spezifischen psychologischen Konstanten sind überall die gleichen, wie A. Daniélou ausdrücklich feststellt [30]. Es sei in diesem Zusammenhang noch daran erinnert, daß schon im alten China die Chromatik, also die Zwölfzahl der Intervalle, existierte und daß auch das indische Tonsystem weitreichende Gemeinsamkeiten mit unserem hat, z. B. die Diatonik und die Dominanz von Dur [31]. Hingewiesen sei ferner darauf, daß in fremden Musikkulturen ein größerer Nuancen-Reichtum — im Sinne der Verwendung von Varianten der Grundintervalle — allein schon deshalb erwartet werden kann, weil es sich fast ausschließlich um einstimmige Musik handelt, so daß eine Anreicherung der horizontalen Komponente mit ästhetischen Informationen geradezu notwendig ist. Das aber hat mit den eigentlichen Grundlagen und auch mit der Gehörsdisposition nichts zu tun. Wir konnten daher den Versuch unternehmen, die Musik fremder Kulturen einer ganzheitlichen Darstellung zu unterziehen [32], weil die Gemeinsamkeiten größer sind als das Trennende.

..... Allgemeine Grundlagen .....

Die ganzen Zahlen ..... Der Hauptteil unserer Arbeit wird sich nunmehr mit der Existenz von Grundlagen der Musik in der Natur beschäftigen. Daß diese Grundlagen weitestgehend mit denen der physiologischen Gehörsdisposition identisch sein sollen, haben wir erklärt, so daß sich unser Bemühen um den Nachweis der gleichen Phänomene in der Natur als Arbeitshypothese dahingehend kennzeichnen läßt, daß eine *zweifache Analogie* aufgedeckt werden soll: eine zwischen Gehörsdisposition und Natur und die zweite zwischen den musikalischen Grundlagen und der Natur. Wir brauchen im weiteren Fortgang unserer Ausführungen die beiden Blickrichtungen jedoch nicht zu trennen, da die Ergebnisse zufolge des bereits bekannten Zusammenhanges zwischen Gehör und Musik sich von selbst beiden Ebenen zuordnen.

Im Mittelpunkt unseres Interesses stehen natürlich die Intervalle bzw. Intervallproportionen, doch wollen wir, bevor wir uns diesen zuwenden, noch zwei allgemeinere Prinzipien betrachten, die konstituierende Momente des Intervallbegriffes hier wie dort sind. Das erste dieser Prinzipien sind die ganzen Zahlen, die sogenannten Naturzahlen. Ihre Bedeutung für die Intervalle war bekanntlich die, daß unser Ohr kraft des in ihm stattfindenden Zusammenwirkens von Ober- und Kombinationstönen die ganzzahligen Intervallproportionen bevorzugt, und daß auch in der Obertonreihe selber, sei es bei objektiver Tonerzeugung oder bei den im Ohr entstehenden subjektiven Obertönen, die Reihe der natürlichen Zahlen als Gesetz auftritt.

Aus dem Gesagten geht bereits der für uns wichtigste Fall dieses Gesetzes in der Natur hervor, eben der der Obertonreihe, deren einzelne Partialtöne Frequenzen haben, die sich zum Grund- oder Zeugerton der jeweiligen Reihe wie 1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 usw. verhalten. Der Vollständigkeit halber sei hinzugefügt, daß Frequenzen und Wellenlängen reziprok zueinander sind, weshalb die Wellenlängen der Partialtöne sich wie folgt auf die des Zeugertones beziehen: $1 : 1/2 : 1/3 : 1/4 : 1/5 : 1/6$ usw. (diese Relation gilt zugleich auch für die Teile einer Saite, welche diese Töne einzeln erzeugen). Das alles sind natürlich relative Werte, die dann, wenn es sich um einen praktischen Fall handelt, mit der Frequenz bzw. Wellenlänge des Zeugertones multipliziert werden müssen.

Die Obertonreihe ist aber nicht der einzige Fall, in dem die natürlichen Zahlen naturgesetzlich vorkommen. Das wohl bekannteste Beispiel ist das Quantenphänomen, also die von Max Planck entdeckte Grundlage der Quantenphysik, welche zu den wichtigsten Fundamenten des modernen naturwissenschaftlichen Weltbildes zählt, das auf diese Weise mit der Naturzahlenreihe untrennbar verbunden ist. Konkreter formuliert handelt es sich darum, daß Energie nicht stetig zunehmen kann, sondern nur gleichsam stufenweise in genau bestimmten Portionen, eben den sogenannten Quanten, die ausschließlich ganzzahlige Vielfache des sogenannten Wirkungsquantums $h = 6{,}625 \cdot 10^{-27}$ erg/sec sein können. Quantensprünge sind also an das Gesetz der natürlichen Zahlen gebunden.

An dieser Stelle sei uns eine methodische Bemerkung gestattet. Die Analogie zu den Obertönen ist nämlich offenbar keine ganz vollkommene, weil es sich bei den Energiequanten allein um Quantitäten handelt, um Mengen also, die eine bestimmte Energie zu- oder abnehmen kann. Bei den Obertönen hingegen kommt noch etwas Wesentliches hinzu: jeder »Sprung« von einem Partialton zum anderen bedeutet nicht nur quantitative Zunahme der Frequenz, sondern auch etwas Qualitatives, nämlich ein neues Intervall, also eine andere Empfindung, so daß wir den Fortgang von Ton zu Ton dieser Reihe auf zwei Ebenen beschreiben müssen:

1	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	usw.
Oktave		Quinte		Quarte		gr. Terz		kl. Terz		usw.	

Freilich muß hier bereits die Frage gestellt werden, wo denn der Ort dieser Qualitäten ist! Kommen sie denn überhaupt in der objektiven Natur, der Obertonreihe, schon vor, oder entstehen sie vielleicht erst im Menschen auf Grund der Beschaffenheit seines Gehörs? Eine Frage, die auch die Farbempfindung betrifft, obwohl die Gegebenheiten dort etwas andere sind. Wir wollen dieses allgemeine erkenntnistheoretische Problem jetzt noch nicht diskutieren und nur auf seine Existenz hindeuten. Eines steht aber fest: Die Intervallempfindung hängt eng mit der Ganzzahligkeit zusammen, und unser Gehör ist auf die Naturzahlen »hingeordnet«. Weiterhin ist klar: Wenn wir statt der Obertonreihe die physikalisch gegebene Folge der Energiestufen (= Quantensprünge) auf ein Monochord übertragen, dann muß naturnotwendig dieselbe Intervallfolge erklingen, da die gegebene Zahlenfolge nur ganzzahlig sein kann!

Wir können daher bereits hier — und deshalb haben wir dieses methodische Problem angeschnitten — eine vorläufige Feststellung ma-

chen: das Vorkommen von harmonikalen Grundlagen in der Natur muß nicht unbedingt schon an Ort und Stelle, also objektiv qualitativ gekennzeichnet sein; denn es erhält die qualitative Komponente hinzu durch Transposition in den Hörbereich (16 bis etws 20 000 Schwingungen) und Übertragung auf ein geeignetes Instrument. Die dergestalt durch die Einbeziehung des Gehörssinnes in die Naturerkenntnis gekennzeichnete harmonikale Forschung erschließt also einen neuen Zugang zur Natur, insofern sie bestimmte Naturgesetze in der Form von Intervallen psychisch erlebbar macht. Und das ist z. B. auch bei der Quantenphysik der Fall. Es genügt uns daher in Belangen der natürlichen Zahlen der Hinweis auf *Analogien,* und so wollen wir auch weiterhin vorgehen. Vielleicht hängen aber Quantenphysik und Obertonreihe noch enger zusammen, als es der bisherigen Darstellung zu entnehmen ist. Es ist nämlich die Rede davon gewesen, daß Max Planck durch das Phänomen der Obertonreihe, das ja — im Gegensatz zum durchlaufenden Glissando — durch Springen von einer (ganzzahligen) Quantität zur nächsten gekennzeichnet ist, zu seiner Quantentheorie angeregt worden sei. Wir haben zwar vergeblich nach einer Bestätigung für diese Annahme geforscht, doch hat Planck als Physiker selbstverständlich die akustischen Grundlagen gekannt; er machte Monochordexperimente und verfasste auch eine Schrift »Die natürliche Stimmung in der modernen Vokalmusik«[33]. Darüber hinaus kennen wir nur ein Zitat aus einer in Leiden gehaltenen Rede Plancks, auf das Kayser hinweist[34]: »Aus den diskreten Eigenwerten der Energie ergeben sich nach dem Quantenpostulat bestimmte diskrete Eigenwerte der Schwingungsperiode, ebenso wie bei einer gespannten, an den Enden festgeklammerten Saite, nur daß bei der letzteren die Quantisierung durch einen äußerlichen Umstand, nämlich durch die Länge der Saite, hier dagegen durch das in der Differenzialgleichung selber enthaltene Wirkungsquantum bedingt wird.« Planck ist die von uns aufgezeigte Analogie also klar gewesen, und es ist darüber hinaus sehr interessant, wie selbstverständlich er in diesem Falle von einer morphologischen Betrachtungsweise Gebrauch macht.

Es gibt noch ein weiteres Vorkommen der natürlichen Zahlen in der Natur, nämlich eine wesentliche Komponente der chemischen Elemente, ja das Leitschema ihrer systematischen Ordnung überhaupt. Wir meinen die sogenannten Kernladungen, das heißt die zum Atomkern gehörigen positiven elektrischen Ladungseinheiten. Diese Kernladungen sind ganzzahlige Vielfache der Ladung des am einfachsten aufgebauten Wasserstoffes, und wenn man die Elemente der Reihenfolge ihrer Kernladungen nach, also der Naturzahlenreihe folgend, zusam-

menstellt, dann ergibt sich — vereinfacht dargestellt — jenes bekannte periodische System der Elemente, dessen Entdeckung für den Fortschritt der Chemie von so ungeheurer Tragweite war. Wichtig ist nun folgendes: die naturgegebene und durch die Naturzahlen gekennzeichnete Reihenfolge der Elemente beruht nicht nur auf einer quantitativen Vermehrung der Kernladung, sondern sie ist auch qualitativ charakterisiert — wennschon nicht im Wortsinn unserer Sinnesqualitäten. Die Reihenfolge Wasserstoff, Helium, Lithium, Beryllium usw. bedeutet nicht bloß Folge der Ordnungszahlen und Kernladungen 1, 2, 3, 4 usw., sondern außerdem in jedem Fall auch eine völlig andere Summe von Eigenschaften und Reaktionsweisen. Hier existiert also eine naturgegebene Folge unterschiedlicher Qualitäten, die quantitativ — durch die natürlichen Zahlen — gekennzeichnet ist. Die Naturzahlen aber ermöglichen wiederum die Transposition in den Hörbereich, so daß sich als Ergebnis dieser harmonikalen Operation die Töne und Intervallempfindungen der Obertonreihe einstellen müssen, zu denen mithin auch die chemischen Elemente eine Analogie sind.

Diese Analogien zur Obertonreihe lehren uns aber nicht nur, daß dieses mathematische Gesetz mehrfach, und zwar an wesentlichen Stellen, in der Natur vorkommt, sondern darüber hinaus auch, daß die ganzen Zahlen überhaupt in der Natur eine Rolle spielen. Diese allgemeine Feststellung hat uns später beim Nachweis des Vorkommens von Intervallproportionen eingehend zu beschäftigen; denn das ist ja das erklärte Ziel unserer Arbeit. Hier aber soll in anderer Weise auf diesen Tatbestand eingegangen werden. Die Rolle der ganzen Zahlen in der Naturgesetzlichkeit ist nämlich vor allem deshalb keineswegs selbstverständlich, weil sie durch die Stetigkeitsmathematik, also die Infinitesimalrechnung, nicht mehr derart deutlich — in mathematischen Formeln zum Beispiel — erkennbar ist wie vor Entdeckung dieses Kalküls. Die »Sprünge« von einer ganzen Zahl zur anderen sind gleichsam durch ein »Glissando« von unendlich kleinen Werten ausgefüllt und scheinen daher nicht mehr zu existieren.

Demgegenüber erheben sich aber in der heutigen Mathematik wieder Stimmen, die gegen die alleinherrschende Stetigkeitsmathematik für die zu unrecht vernachlässigte Zählmathematik plädieren, und eines der Bücher aus dieser Sicht hat den bezeichnenden Titel »Die ganzen Zahlen im Aufbau der Welt« [35]. Es hat jedoch mit der Harmonik nichts zu tun, obwohl es mit dem Hinweis auf die Pythagoreer beginnt; im gleichen Satz wird aber auch bereits Max Planck erwähnt [36] — aus Gründen, die uns vertraut sind. Es geht bei diesem Versuch einer Aufwertung der Zählmathematik um wesentlich kompliziertere Zusam-

menhänge, als es die Intervallproportionen sind, und wir brauchen uns mit diesen für unseren Zweck nicht weiter zu beschäftigen.

Dualistische Prinzipien ..... Wir wenden uns nun einer zweiten Gegebenheit zu, die genau wie die Ganzzahligkeit von konstituierender Bedeutung für den Intervallbegriff ist. Es ist dies die Tatsache, daß jedes Intervall aus *zwei* Tönen besteht, die — wie wir bereits wissen — eine immer gleiche relative Distanz der beiden Frequenzen (bzw. Wellenlängen, Saitenlängen) haben müssen und die beide zur einheitlichen Intervallempfindung verschmelzen. Diese Voraussetzung einer Zweiheit für die Auslösung der charakteristischen Sinnesqualität ist keineswegs selbstverständlich, wie uns der Vergleich mit den Farbempfindungen lehrt, die mit jeweils einer einzigen, absoluten Quantität zusammenhängen. Wir haben daher berechtigten Anlaß, nach dem etwaigen Vorkommen ähnlicher Phänomene, also dualistischer Prinzipien, in der Natur zu fragen, die mithin Analogien zu dieser Komponente des Intervallbegriffes bilden würden.

Diese für das Intervall typische Zweiheit ist zudem nicht die einzige mit dem Hören zusammenhängende. Wir sind schon auf eine zweite aufmerksam geworden, als wir über die Grundlagen der physiologischen Gehörsdisposition informierten, und diese war die Unterscheidung von Konsonanzen und Dissonanzen. Es handelt sich auch da um ein qualitatives Erleben, das mit Quantitäten zusammenhängt, nämlich den im Ohr zusammenwirkenden Ober- und Kombinationstönen, weshalb wir diesbezüglich einmal von »Tonzahlen höherer Ordnung«[37] gesprochen haben. Außerdem gibt es aber noch einen wesentlichen akustischen Tatbestand, der mit der Zahl 2 verbunden ist, und das ist das Phänomen der in Oktavschritten eintretenden Wiederkehr des Toncharakters, der »Tonigkeit«.

Diese Teilung des Hörbereiches in Oktaven ist insofern durch die Zahl 2 gekennzeichnet, als Potenzen der Zwei die Oktavabstände bilden. Wenn man am Monochord von einer mittleren Saitenlänge ausgeht, die wir mit 1 bezeichnen, so erklingen tiefere Oktaven dieses Tones bei verdoppelter, vervierfachter, verachtfachter (usw.) Saitenstrecke, höhere hingegen bei $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$ (usw.) der gegebenen Länge. Der Zusammenhang wird dann besonders deutlich, wenn wir den soeben beschriebenen Vorgang von den tiefen zu den höheren Oktaven fortschreitend darstellen und zu den schon angegebenen Werten die Zweierpotenzen hinzufügen:

$$\begin{array}{cccccccc} \ldots 8 & 4 & 2 & 1 & ^1/_2 & ^1/_4 & ^1/_8 & \ldots \\ \ldots 2^3 & 2^2 & 2^1 & 2^0 & 2^{-1} & 2^{-2} & 2^{-3} & \ldots \end{array}$$

Unsere musikalischen Grundlagen sind also in dreifacher Weise durch Zweierprinzipien gekennzeichnet, und eigentlich sollten wir in diesem Zusammenhang auch noch besonders hervorheben, daß die Proportion der Oktave 1 : 2 beträgt, da dieses Intervall nicht nur eines der 12 Hauptintervalle ist, sondern außerdem den Rahmen für die erwähnte Struktur des Hörraumes bildet. Die jetzt erneut gestellte Frage nach dualistischen Prinzipien in der Natur betrifft also — per analogiam — eine ganz wesentliche Gruppe akustisch-musikalischer Grundphänomene.

Tatsächlich gibt es in der Natur eine Reihe von Dualitäten, die so wichtig und zugleich so bekannt sind, daß wir sie nur zu erwähnen brauchen. Da ist zunächst die Elektrizität mit ihren als negativ und positiv bezeichneten Polen, die überdies größte Bedeutung wegen ihrer technischen Verwendung durch den Menschen hat — wobei wir nicht nur an Maschinen aller Art denken, sondern auch an die Computer, die elektronischen Rechner, die nur mit einem dualistischen elektrischen Prinzip (Strom oder kein Strom) arbeiten können und die deshalb nur das von Leibniz ersonnene dyadische Rechenverfahren, nicht aber unser dekadisches, verwenden können. In engstem Zusammenhang mit der Elektrizität steht bekanntlich der Magnetismus, der ebenfalls zwei Pole hat, die auch als geographische Gegebenheiten (Nord- und Südpol) feste Bestandteile der irdischen Natur bilden.

In der belebten Natur ist eines der dominierenden Prinzipien das der Zweigeschlechtlichkeit, das sich übrigens noch in einem zusätzlichen Dualismus bekundet, insofern die männlichen Geschlechtschromosomen unpaarig, die weiblichen paarig sind. Dieser Sachverhalt erinnert an die Tatsache, daß die Pythagoreer die ungeraden Zahlen als männlich, die geraden hingegen als weiblich bezeichneten. Die gesamte belebte Natur ist aber noch in anderer Weise dualistisch angelegt, insofern sie aus vegetativen und animalischen Wesen besteht. Wir betonen allerdings diesen Dualismus nicht, weil man gegen ihn mit Recht einwenden kann, daß der Mensch als besondere, dritte Stufe des Lebendigen bezeichnet werden muß. Unter einem speziellen Aspekt hingegen kann die angeführte Zweiteilung aufrecht erhalten werden: die pflanzliche Atmung entnimmt der Natur Kohlendioxyd, das die Pflanze zum Aufbau von Kohlehydraten braucht, wobei Sauerstoff frei wird; diesen aber benötigen die Tiere und Menschen, deren Atmung dementsprechend anders funktioniert. Man hat gerade in letzter Zeit wiederholt auf diese Komplementarität hingewiesen, da bekanntlich der Mensch allzu sorglos in die Natur eingreift, andererseits der Sauerstoffgehalt der Luft durch Autos, Flugzeuge usw. immer stärker dezimiert wird. In

diesem Zusammenhang ist mehrfach auf das von Natur aus bestehende Gleichgewicht — im Sinne der obigen Dualität — verwiesen worden, ja es wurden Stimmen laut, die offen aussprachen, daß die gesamte belebte Natur offensichtlich deshalb in dualistischer Weise geschaffen worden sei, weil Pflanzen oder Tiere (einschließlich der Menschen) allein nicht existieren könnten. Ohne diesen naturphilosophischen Aspekt hier weiter zu diskutieren, sei abschließend nochmals hervorgehoben, wie wichtig in der belebten Natur dualistische Prinzipien sind, da sie ja nicht nur an den entscheidenden Stellen, nämlich bei Fortpflanzung und Atmung, in der skizzierten Weise dominieren, sondern auch in diesem Bereich die Elektrizität eine große Rolle spielt, was nicht zuletzt durch die Fortschritte der Medizin in immer umfangreicherem Maße demonstriert wird. Daß es in der belebten wie unbelebten Natur über diese wichtigsten Dualitäten hinaus noch weitere gibt — z. B. Säuren und Basen in der Chemie — sei nur am Rande erwähnt.

Ein Zusatz sei uns noch gestattet. In den letzten Jahren hat die wissenschaftliche Forschung auch verschiedene Grenzgebiete, denen man bisher eher mit Skepsis gegenüberstand, so durchleuchten können, daß die Ergebnisse Anerkennung gefunden haben. Wir meinen damit zunächst die Akupunktur, jenes Jahrtausende alte chinesische Diagnose-, Heil- und Anästhesieverfahren, das heute nicht nur in China, sondern mit Erfolg auch in europäischen Ländern angewendet wird. Für unseren Zusammenhang ist wichtig, daß es sich dabei unter anderem auch um ein dualistisches Prinzip handelt, insofern silberne oder goldene Nadeln in bestimmte Stellen der Körperoberfläche gesteckt werden, die entweder beruhigend oder belebend wirken[38]. Ein weiterer Dualismus ist in der parapsychologischen Forschung zutage getreten, und zwar besonders in den weltweit Aufsehen erregenden Berichten über einschlägige Experimente in den Ländern des Ostblocks. Berichtet wird zum Beispiel auch von der Photographie der Aura von Pflanzen und Tieren, und das für unser Thema wichtigste Phänomen ist die Tatsache, daß die Aura zweifarbig — blau und rot — ist[39]. Ganz offensichtlich existieren also auch in jenen Naturbereichen, die erst in jüngster Zeit unser bisheriges naturwissenschaftliches Weltbild erweitert haben, Polaritäten, Komplementaritäten, dualistische Prinzipien oder wie immer wir diese Sachverhalte benennen mögen.

Wir sind damit am Ende unseres Vorhabens, zwei wichtige konstituierende Prinzipien des Intervallbegriffes in der Natur nachzuweisen: die ganzen Zahlen in der Form der Naturzahlenreihe und die Zweizahl der Bestandteile bzw. das Zweierprinzip überhaupt. Beide

Prinzipien kommen nicht nur beiläufig irgendwo, sondern an exponierten Stellen der Natur und mit denkbar weiten Wirkungsbereichen vor. Es dürfte daher jetzt schon einleuchten, daß eine Erkenntnisform, die auf den gleichen Grundlagen beruht, die sich also in Analogie zu den genannten Naturgesetzen befindet, im Prinzip sinnvoll sein muß. Wir stehen jedoch erst am Anfang unserer Bemühungen und wollen die hiermit abgeschlossenen Betrachtungen vorerst nur als eine Propädeutik zu dem Folgenden gewertet wissen, da eine umfangreichere Interpretation aller dargestellten Phänomene den Schluß dieser Arbeit bilden soll.

Die unbelebte Natur

Astronomie ..... Wir beginnen die Darstellung harmonikaler Befunde in einzelnen Wissenschaften mit der Astronomie. Dies einmal deshalb, weil wir zuerst die unbelebte Natur untersuchen wollen, zum anderen aber, weil die Astronomie das gleichsam prädestinierte Gebiet harmonikaler Betrachtungsweise ist. War es doch die Lehre von den Sphärenharmonien, in der der antike Pythagoreismus seine Krönung fand, wie sie erstmalig umfangreich in der Form eines bis jetzt erst teilweise entschlüsselten[40] Geheimtextes bei Platon in der berühmten Stelle von der »Spindel der Notwendigkeit« im »Staat«[41] wiedergegeben wurde, um schließlich in der Spätantike bei Ptolemaios[42] Gegenstand eines für damalige Verhältnisse beachtlichen Entwurfes einer auf die antike Musiktheorie abgestützten Kosmologie zu werden, der auch heute noch unser Interesse beansprucht[43]. Diese beiden wichtigsten Zeugnisse mögen stellvertretend für die vielen Beispiele aus der Geschichte des Gedankens von der Sphärenharmonie stehen, die uns hier nicht zu beschäftigen hat, da wir ja harmonikale Naturgesetze wiedergeben wollen und nicht Spekulationen.

Dieses Vorhaben aber führt uns zu Johannes Kepler, dem erstmalig der Nachweis von Musikgesetzen in den Planetenbahnen gelang. Wir dürfen heute die Hoffnung aussprechen, daß diese Tatsache inzwischen bekannter geworden ist. Max Caspar und Hans Kayser bemühten sich in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts intensiv um die Darstellung dieses Sachverhaltes, und wir selber haben deren Arbeiten fortsetzen und vor allem anläßlich des 400. Geburtstages von Kepler um einige neue Ergebnisse erweitern können[44]. Schon früher konnten wir zudem Keplers harmonikale Lebensaufgabe in die entsprechenden historischen Zusammenhänge bringen[45], so daß uns eine weiter ausholende, über unsere letzte Zusammenfassung[46] hinausgehende Gesamtdarstellung nicht vonnöten erscheint. Hier soll es lediglich um die wichtigsten Fakten und um einige methodische Hinweise gehen.

Bekanntlich war Kepler schon von Jugend auf vom Gedanken der Weltharmonie begeistert und widmete ihm seine erste größere wissenschaftliche Arbeit[47], wobei ihm als Lösung die Verbindung der platonischen Körper mit den Planetensphären einfiel. Das war ein rein geometrisches, jedoch kein harmonikales Ergebnis, und außerdem erwies sich diese Lösung spätestens dann als unzureichend, als Kepler die elliptische Gestalt der Planetenbahnen entdeckte; denn sein erstes Modell einer Weltharmonie beruhte noch auf kreisförmigen Bahnen. Frucht seines unermüdlichen Suchens waren schließlich die »Harmonices mundi libri V«[48], die »Weltharmonik«[49], wie Caspar den Titel treffend übersetzt hat. Ein Jugend- und ein Alterswerk rahmen also Keplers Bemühungen um den Beweis der alten Lehren ein; sie sind eng verwoben mit seinen sonstigen astronomischen und mathematischen Entdeckungen, die ihn weitaus berühmter machten und die doch nicht zu trennen sind von dieser seiner eigentlichen Lebensaufgabe. Besonders die nach ihm benannten drei Planetengesetze hängen eng mit der Weltharmonik zusammen, ja das dritte wird sogar mitten im 5. Buch der »Weltharmonik« dargestellt, ist jedoch keineswegs dessen Hauptanliegen[50]. Diese enge Verbindung zwischen Keplers naturwissenschaftlichen Leistungen und seinen harmonikalen Entdeckungen erklärt, warum seine harmonikalen Beweise genau so ernst zu nehmen und gültig sind wie seine Planetengesetze.

Die Bücher 1 bis 4 der »Weltharmonik« sind mathematischen, musiktheoretischen und astrologischen Inhalts. Das können wir hier übergehen, da sie nur der Vorbereitung auf das Hauptanliegen dienen; das dritte, der Musiktheorie gewidmete Buch ist zudem unlängst in ausführlichster Weise ausgewertet worden[51]. Die harmonikalen Befunde enthält das fünfte Buch, in dem Kepler vom vierten Kapitel an die verschiedenen Bahnwerte der Planetenbahnen, also die Entfernungen von der Sonne, die Umlaufszeiten, die Tagesbögen usw. durchrechnet und die astronomischen Meßwerte in Intervallproportionen umwandelt, die er in Tabellen zusammenstellt und diskutiert. Die Ergebnisse befriedigen ihn aber nicht vollauf, so daß er noch andere Werte zueinander in Beziehung setzt. Er vergleicht nämlich die von der Sonne aus gemessenen Winkel, welche durch das Fortschreiten der Planeten in 24 Stunden an den Extrempunkten ihrer Bahnen, dem Aphel und dem Perihel, gebildet werden, und erhält folgendes System von Intervallen[52]:

Saturn	Aphel A	A : B	=	4 : 5	(große Terz)	c	e			
	Perihel B	A : D	=	1 : 3	(Duodezime)	c		g		
		C : D	=	5 : 6	(kleine Terz)		e	g		
Jupiter	Aphel C	B : C	=	1 : 2	(Oktave)	c				c′
	Perihel D	C : F	=	1 : 8	(3 Oktaven)	c				c′
		E : F	=	2 : 3	(Quinte)	c		g		
Mars	Aphel E	D : E	=	5 : 24	(kl. Terz + 2 Okt.)		e	g		
	Perihel F	E : H	=	5 : 12	(kl. Terz + Oktave)		e	g		
Erde	Aphel G	G : H	=	15 : 16	(diaton. Halbton)				h	c′
	Perihel H	F : G	=	2 : 3	(Quinte)	c		g		
		G : K	=	3 : 5	(große Sexte)		e	g		
Venus	Aphel I	I : K	=	24 : 25	(chromat. Halbton)			g	gis	
	Perihel K	H : I	=	5 : 8	(kleine Sexte)		e			c′
		I : M	=	1 : 4	(2 Oktaven)	c				c′
Merkur	Aphel L	L : M	=	5 : 12	(kl. Terz + Oktave)		e	g		
	Perihel M	K : L	=	3 : 5	(große Sexte)		e	g		

Natürlich kann man diese Töne nicht direkt hören, was auch noch niemals behauptet wurde, doch wissen wir bereits, daß wir sie lediglich auf einem Monochord einzustellen brauchen, um sie erklingen zu lassen. Da die Werte an sich weit außerhalb des Hörbereiches liegen, findet dabei gleichzeitig eine Transposition statt — wie denn ja auch Transpositionen innerhalb des Hörbereiches möglich sind, also hier wie dort das Analogieprinzip herrscht. Eben deshalb sollten wir keine Bedenken gegen die Transposition von außerhalb des Hörbereiches befindlichen Gegebenheiten haben; und wenn, worauf wir schon hingewiesen haben, heute die »Sprache« der Fische aus dem Ultraschallbereich hörbar gemacht wird, so liegt im Prinzip kein anderer Sachverhalt vor, ebenso wenn Infrarotaufnahmen in den sichtbaren Bereich übertragen werden: beides sind Transpositionen.

Eine methodische Bemerkung noch zur Anlage der Tabelle. Kepler gibt als Ergebnis nur die Proportionen an, wie auch wir im linken Teil der Tabelle. Um sie aber hörbar zu machen, bedarf es nicht nur der Transposition, sondern auch der Festlegung eines Bezugstones; A : B = 4 : 5 beispielsweise heißt »große Terz« überhaupt, nicht aber diese oder jene am Monochord einzustellende. Es bieten sich nun für die klangliche Realisierung zwei Möglichkeiten an: entweder werden sämtliche Proportionen auf einen einzigen gemeinsamen Grundton bezogen, zum Beispiel den Ton c, oder aber man faßt die Proportionen als Zahlen der Obertöne (von c) auf, wie wir es im rechten Teil der Tabelle gemacht haben, wobei die Ergebnisse außerdem in eine Oktave transponiert wurden. Die musikalischen Resultate ähneln einander sehr: von

den insgesamt 16 Intervallen sind nur 2 keine Konsonanzen (15 : 16 und 24 : 25), das Konsonanzprinzip überwiegt also in auffälliger Weise, wobei die Anordnung in Form der Obertonreihe so gut wie ausschließlich den Durdreiklang enthält.

Bevor wir uns weiter dem Keplerschen Werk zuwenden, muß noch eine andere methodische Frage angeschnitten werden. Die soeben diskutierte Intervalltabelle vor allem ist jenes harmonikale Ergebnis, von dem wir sagten, es sei heute noch genau so gültig wie Keplers Planetengesetze. Nun steht dem aber ein prinzipieller Einwand entgegen, der von naturwissenschaftlicher Seite nicht zu Unrecht erhoben wird. Man weist nämlich gerne darauf hin, daß die Planetenbahnen bloß ideelle Ellipsen seien, da ja doch die Planeten untereinander durch ihre Gravitationskräfte für ständige und immerfort wechselnde Abweichungen von den reinen Ellipsen sorgen. In Wahrheit ist eine Planetenbahn etwas ungemein Kompliziertes, aus vielen Faktoren Zusammengesetztes und nur mit sehr schwierigen Differentialgleichungen beschreibbar. Dieser Sachverhalt kann nicht bestritten werden, ist aber unserer Auffassung nach auch anders darstellbar.

Wählen wir ein anderes Beispiel, das Fallgesetz. Nehmen wir an, wir ließen von einem Turm im gleichen Augenblick einen Stein und ein Blatt Papier fallen; das Resultat ist klar: der Stein ist schneller am Boden als das Blatt Papier. Dennoch ist nicht zu leugnen, daß beide dem gleichen Fallgesetz unterliegen. Nur sind noch andere Kräfte beteiligt, der Luftwiderstand vor allem, und der wiederum wirkt sich je nach Form und Größe des Gegenstandes unterschiedlich aus. Vereinfacht dargestellt: den Stein und das Blatt beeinflußt das Fallgesetz F, die anderen Gesetze seien A, B und C, also können wir beide Vorgänge wie folgt beschreiben: $F+A_1+B_1+C_1$ und $F+A_2+B_2+C_2$. Der Naturwissenschaftler hingegen wird danach trachten, alle am Fallen des Blattes beteiligten Parameter in einer zusammengesetzten komplizierten Formel zu erfassen, mit der der Vorgang sozusagen ganzheitlich beschreibbar ist.

Diese beiden Betrachtungsweisen wollen wir auch bei den Planetenbahnen anwenden, also neben der naturwissenschaftlichen die, in der die elliptische Form als Grundgesetz aufgefaßt wird und alle anderen mitbestimmenden Gesetze als hinzukommende, sozusagen sekundäre. Hans Kayser hat einen Unterschied zwischen *Norm* und *Gesetz* gemacht, wenn es um derartige Zusammenhänge geht, und unter Norm die wichtigste Grundlage verstanden, zu der freilich andere Gesetze hinzukommen können.

Wir wollten mit dieser prinzipiellen Betrachtung zweierlei errei-

chen: zunächst jetzt schon auf diese andere Perspektive zu komplexen Naturgegebenheiten hinweisen, die grundsätzlich möglich ist, wennschon sie im Endeffekt zum gleichen Ergebnis führen muß wie die naturwissenschaftliche. Dies erscheint uns deshalb notwendig, weil es sich bei den als harmonikal erkannten Naturgesetzen vorwiegend um »Normen« im angegebenen Sinn handelt. Ferner mußte dem Einwand der »bloß ideellen« elliptischen Gestalt der Planetenbahnen begegnet werden, weil sonst unsere ganze Darstellung der Keplerschen Weltharmonik als fiktiv beiseitegeschoben werden könnte.

Nun wird man von uns das Eingeständnis erwarten, daß auch Keplers Planetenharmonien (Kepler spricht fast immer von Harmonien und nicht von Intervallen!) so wie auch die Ellipsenform der Bahnen eben Normen seien, zu denen andere Gesetze als Modifikatoren hinzukommen. Letzteres ist aber nicht der Fall! Es hat sich nämlich herausgestellt, daß trotz aller im angegebenen Sinn verursachten Veränderungen der Planetenbahnen seit Keplers Zeiten gerade jene die Intervalle bildenden Winkel so gut wie unverändert blieben (die wenigen Korrekturen werden später erwähnt); wir haben dies anläßlich unserer Arbeiten für das Kepler-Jubiläumsjahr 1971 an der Bayerischen Akademie der Wissenschaften von zuständiger Seite ausrechnen lassen.

Der Grund dafür ist folgender: Kepler mißt die angegebenen Winkel von der Sonne, also von einem Brennpunkt der Ellipsen aus, und erfaßt mit diesen Messungen die sogenannten *scheinbaren* Planetenbewegungen — also nicht die *realen* bzw. wahren. Tatsächlich gibt ein solcher von der Sonne aus gemessener Winkel gleichsam den Rahmen für sehr verschiedene reale Bahnwerte ab: zum Beispiel ist die Entfernung der Bahn von der Sonne nicht erkennbar, ein sonnennäherer Planet mit langsamer Geschwindigkeit könnte den gleichen Winkel durchmessen wie ein weiter entfernter schnellerer, die Planetenbahn kann den Winkel spitz- oder stumpfwinkelig durchlaufen usw. Kurzum, es können unzählig viele unterschiedliche wahre Bahnen (mit entsprechend unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Planeten) zum gleichen Meßergebnis in Form eines Winkelwertes passen. Und daher ist es auch erklärlich, daß die im Laufe der Zeiten sich ergebenden Veränderungen der wahren Planetenbahnen sich auf diese Winkelmessungen (bzw. -berechnungen) Keplers so gut wie gar nicht auswirken.

Die wiedergegebene Intervalltabelle Keplers ist daher nicht nur für ihn das wichtigste harmonikale Ergebnis und Krönung seiner diesbezüglichen Untersuchungen, sondern sie liefert außerdem (was Kepler noch gar nicht wissen konnte) die über die Zeiten hinweg gültigen konstanten Werte unseres Planetensystems! Diese Tabelle der Planeten-

harmonien enthält also genau das, was wir in der obigen Begriffsdiskussion als Normen kennzeichneten.

Im Anschluß an die obige Tabelle untersucht Kepler mit der gleichen Methode die Bahn des Mondes um die Erde[53], wobei die Quarte als charakteristisches Intervall zum Vorschein kommt, also ebenfalls eine Konsonanz. Damit aber sind die für uns wichtigen Ergebnisse referiert; denn Kepler verwendet nunmehr die in der diskutierten Tabelle zusammengefaßten Intervalle als Grundlage für weitere Untersuchungen, die rein musikalischer Art sind. Er versucht aus dem vorgefundenen Tonmaterial Tonleitern zu bilden, vor allem Dur und Moll, auch Kontrapunkte, mehrstimmige Sätze, Einzelmelodien, wie sie für die verschiedenen Planeten charakteristisch sind, und schließlich formuliert er sogar eine Hypothese, die Gesamtharmonie aller Planeten am ersten Schöpfungstag betreffend. Da es sich dabei aber nicht um neue Ableitungen aus den Planetenbahnen handelt, sind diese Überlegungen für unseren Zweck nicht weiter von Bedeutung.

Hingegen muß uns noch einmal Keplers Methodik beschäftigen. Im neunten Kapitel des fünften Buches gibt Kepler selbst eine zusammenfassende und gleichsam rechtfertigende Darstellung seiner Entdeckungen. Schon die Überschrift dieses Kapitels ist bezeichnend[54]: »Daß die Exzentrizitäten bei den einzelnen Planeten ihren Ursprung in der Vorsorge für die Harmonien zwischen ihren Bewegungen haben«. Die Exzentrizitäten sind in diesem Fall die elliptischen Bahnen, und Kepler ist offenbar der Ansicht, daß diese Exzentrizität, also die Abweichung von der Kreisform, als Ursache die vorgefundenen Intervalle habe! Dabei würden wir doch selbstverständlich umgekehrt argumentieren und sagen: da die Planetenbahnen Ellipsen sind, entstehen Intervalle zwischen den unterschiedlichen Tagesbögen — beim Kreis nämlich wären alle Tagesbögen gleich und Intervalle unmöglich. Kepler hatte freilich Anlaß, seine Entdeckung der elliptischen Bahnenform mit allen Mitteln zu stützen, ja geradezu zu verteidigen, galt doch damals der Kreis als die vollkommenste geometrische Figur in der Ebene, die Ellipse also als unvollkommener, untergeordneter, weshalb selbst für Galilei Keplers Entdeckung unannehmbar war[55]. Kepler argumentiert daher wie folgt: Für ihn als gläubigen Christen ist es selbstverständlich, daß Gott das Planetensystem geschaffen hat und daß er einen Grund gehabt haben muß, den Bahnen nicht Kreis-, sondern Ellipsenform zu geben. Dieser Grund aber war die Schaffung von Intervallen, von Harmonien, wie Kepler sagt, in den Planetenbahnen — deshalb wich der Schöpfer von der vollkommensten geometrischen Figur ab! Kepler schreibt in diesem Zusammenhang[56]: »Es mußten die grö-

ßeren Proportionen der Bahnen sich zugunsten der kleineren Proportionen *der zur Herstellung der Harmonien erforderlichen Exzentrizitäten*[57] eine leichte Änderung gefallen lassen.« Diese Auffassung impliziert aber ein weiteres Argument: Wenn Gott somit den Musikgesetzen Vorrang einräumte vor der Geometrie, dann hatten damit offensichtlich die Musikgesetze einen höheren Wert für ihn als die geometrischen.

Diese für uns ungewöhnliche Denkweise nennen wir final oder teleologisch, insofern Zusammenhänge gedacht oder geschaffen werden im Hinblick auf ein angestrebtes Ziel, das hier die musikalischen Intervalle sind. Diese Argumentationsweise, vor allem aber die Einbeziehung Gottes in naturwissenschaftliche Erörterungen, hat man Kepler später verübelt und nicht zuletzt darum seine harmonikalen Entdeckungen für unglaubwürdig erklärt; auch heute noch dürfte seine Denkweise bei vielen auf Schwierigkeiten stoßen.

Bei dieser kritischen Einstellung gegenüber Kepler wird jedoch etwas ungemein Wichtiges übersehen. Walter Heitler hat im Zusammenhang mit seiner fundamentalen Kritik am sogenannten naturwissenschaftlichen Weltbild, bzw. an dessen Überschätzung und Fehlinterpretation, unter anderem auch auf die teleologische Denkweise Keplers hingewiesen[58] und folgenden Sachverhalt geschildert: Aus dem erst nach Kepler entdeckten Gravitationsgesetz Newtons läßt sich beweisen, daß alle Planetenbahnen Ellipsen sein müssen; jedoch ist dieser Beweis nur in allgemeiner Form möglich — welche konkreten Bahnen unter den unendlich vielen möglichen elliptischen die Planeten einhalten müssen, das läßt sich nicht bestimmen. Kepler hat aber mit seiner teleologischen Methode spezifische Kriterien der einzelnen Bahnen gefunden, nämlich die Proportionsgesetze. Keplers Vorgehen ist also auch naturwissenschaftlich völlig sinnvoll gewesen.

Damit aber erscheint Keplers Argumentation in einem neuen Licht. Gott, der Schöpfer, ist für Kepler — man verzeihe diese didaktisch motivierte Profanierung — das gewesen, was wir heute als Arbeitshypothese bezeichnen würden. Das Vertrauen aber auf diese Hypothese hat ihn überhaupt erst zu der so wesentlichen Fragestellung gebracht, die über das hinausführte, was an rein naturwissenschaftlichen Fakten bereits vorlag. Diese allein befriedigten Kepler nicht, und im Gegensatz zu den meisten Naturwissenschaftlern setzte er zu erneutem Nachdenken an, um das zu ergründen, was hinter diesen Fakten von ihm vermutet wurde, nämlich ein sinnvoller Plan Gottes. Das fünfte Buch der »Weltharmonik« trägt daher die bezeichnende Überschrift[59]: »Die vollkommenste Harmonie in den himmlischen Bewegungen und die daher rührende Entstehung der Exzentrizitäten, Bahnhalbmesser und

Umlaufszeiten.« Die naturwissenschaftlich beschreibbaren Fakten sind für Kepler sekundär, nachgeordnet und ableitbar aus einer höheren Gesetzmäßigkeit, und das ist die harmonikale.

An die von uns wiedergegebene Tabelle Keplers hat unseres Wissens nach als erster Ludwig Günther [60] angeknüpft, der die nach Kepler entdeckten Planeten Uranus und Neptun mit Keplers Methode untersuchte und dabei die Anwendbarkeit von Keplers Verfahrensweise beim Uranus bewies. Er untersuchte außerdem die Asteroiden, von denen Ceres, Vesta, Pallas und Juno den Halbtonschritt nach cis gemeinsam haben, wennschon mit Abweichungen. Danach hat sich in weit umfassenderer Weise Francis Warrain der Keplerschen Weltharmonik angenommen und in seinem zweibändigen Werk [61] zugleich Keplers harmonikale Forschungen im französischen Sprachbereich bekannt gemacht. Da die von ihm vorgetragenen Forschungsergebnisse auch die von Günther ermittelten Werte der Uranus-Bahn enthalten, konnten wir letztere soeben unerwähnt lassen.

Warrain bezieht die Planeten Uranus, Neptun und Pluto in seine Untersuchungen ein und vergleicht alle Messungen Keplers mit den 1940 geltenden Meßwerten. Die Berechnungen Keplers erkannte auch er als außerordentlich genau und stellte im Prinzip dasselbe fest, was wir bereits von anderer Seite bestätigt fanden, daß sich nämlich an der Gültigkeit der damals ermittelten Intervallproportionen kaum etwas geändert hat. Einzig die Meßwerte für den Merkur mußten korrigiert werden, weshalb die Proportionen L : M und K : L in 9 : 20 und 16 : 27 abgewandelt wurden, was aber nur im ersten Fall zu einem anderen Intervall führt; denn 16 : 27 ist ebenfalls eine große Sexte, eine Variante von 3 : 5. Sonst ergab sich nur für C : F der genauere Wert 12 : 25, und die Methode Keplers blieb unangetastet. Auch die Korrekturen führten also zu sinnvollen musikalischen Ergebnissen, Warrain hat zudem noch weitere Intervallbeziehungen eruiert, die Kepler nicht erwähnt hat. Das Wichtigste aber ist schließlich, daß Keplers Vorgangsweise auch bei den später entdeckten Planeten angewendet werden konnte, wobei sich ebenfalls Intervallproportionen ergaben.

Wir haben Warrains Vervollständigungen der Keplerschen Tabelle zusammengefaßt und ebenfalls in Tabellenform notiert, wobei wir die neuen Planeten an den Schluß gestellt haben, um die gleichen Buchstaben beibehalten zu können wie in Keplers Tabelle, da sonst ein Vergleich zu schwierig wäre [62].

Saturn													
Aphel A	A : B	=	4 : 5	(große Terz)	c		e						
Perihel B	A : D	=	1 : 3	(Duodezime)	c				g				
	A : C	=	2 : 5	(gr. Terz + Oktave)	c		e						
	B : D	=	5 : 12	(kl. Terz + Oktave)			e		g				
	C : D	=	5 : 6	(kleine Terz)			e		g				
	B : C	=	1 : 2	(Oktave)	c								c′
Jupiter													
Aphel C	C : E	=	9 : 50	(Tritonus + 2 Oktaven)		d				gis			
Perihel D	C : F	=	12 : 25	(chromat. Halbt. + Okt.)					g	gis			
	D : F	=	4 : 27	(gr. Sexte + 2 Oktaven)	c						a		
	D : E	=	5 : 24	(kl. Terz + 2 Oktaven)			e		g				
Mars													
Aphel E	E : F	=	2 : 3	(Quinte)	c				g				
Perihel F	E : G	=	9 : 20	(gr. Sekunde + Oktave)		d	e						
	E : H	=	5 : 12	(kl. Terz + Oktave)			e		g				
	F : H	=	3 : 5	(große Sexte)			e		g				
Erde													
Aphel G	G : H	=	15 : 16	(diaton. Halbton)								h	c′
Perihel H	F : G	=	2 : 3	(Quinte)	c				g				
	G : I	=	3 : 5	(große Sexte)			e		g				
	G : K	=	3 : 5	(große Sexte)			e		g				
	H : I	=	5 : 8	(kleine Sexte)			e						c′
Venus													
Aphel I	I : K	=	24 : 25	(chromat. Halbton)					g	gis			
Perihel K	H : K	=	5 : 8	(kleine Sexte)			e						c′
	I : L	=	5 : 9	(kleine Septime)		d	e						
	I : M	=	1 : 4	(2 Oktaven)	c								c′
Merkur													
Aphel L	K : L	=	16 : 27	(große Sexte)	c						a		
Perihel M	L : M	=	9 : 20	(gr. Sekunde + Oktave)		d	e						
	K : M	=	81 : 320	(synton. K. + 2 Oktav.)			e	e^{+1}					
Uranus													
Aphel N	N : O	=	5 : 6	(kleine Terz)			e		g				
Perihel O	N : B	=	3 : 5	(große Sexte)			e		g				
	O : A	=	5 : 6	(kleine Terz)			e		g				
	N : P	=	5 : 9	(kleine Septime)		d	e						
Neptun													
Aphel P	P : Q	=	80 : 81	(syntonisches Komma)			e	e^{+1}					
Perihel Q	N : Q	=	5 : 9	(kleine Septime)		d	e						
	O : P	=	9 : 20	(gr. Sekunde + Oktave)		d	e						
	O : Q	=	15 : 32	(diat. Halbton + Okt.)								h	c′
	P : S	=	$(80 : 81)^2$	(doppelt. synt. Komma)			e	e^{+2}					
Pluto													
Aphel R	R : S	=	9 : 25	(Tritonus + Oktave)		d				gis			
Perihel S	P : R	=	5 : 24	(kl. Terz + 2 Oktaven)			e		g				
	Q : S	=	8 : 9	(große Sekunde)	c	d							
	Q : R	=	8 : 18	(gr. Sekunde + Oktave)	c	d							

Die Interpretation dieser Tabelle zeigt zunächst einmal, daß es sich bei allen 39 Proportionen um vertraute akustisch-musikalische Gegebenheiten handelt; das gilt auch vom syntonischen Komma 80 : 81 (P : Q) und seiner Verdoppelung (P : S), die beide als Prime, und im Falle von K : M = 81 : 320, als Doppeloktave aufgefaßt werden können.

Um den musikalischen Überblick zu vereinfachen, denken wir uns alle Intervalle in eine Oktave transponiert (z. B. 5 : 24 als 5 : 6) und können dann die vorkommenden Intervalle wie folgt zusammenstellen:

Prime	2	Quinte	3
kleine Sekunde	4	kleine Sexte	2
große Sekunde	5	große Sexte	6
kleine Terz	7	kleine Septime	3
große Terz	2	große Septime	—
Quarte	—	Oktave	3
Tritonus	2		

Das Klangspektrum ist jetzt wesentlich bunter, wie kaum anders zu erwarten. Immerhin dominieren aber auch hier die Konsonanzen mit 25 Fällen vor 14 Dissonanzen. Ein etwas anderes Bild ergibt sich, wenn wir alle Intervalle wiederum als Obertöne eines gemeinsamen Grundtones c auffassen, weshalb wir auch in diesem Falle die in eine Oktave transponierten Partialtöne rechts neben die Proportionen geschrieben haben. Folgende Häufigkeiten der einzelnen Töne ergeben sich:

c	d	e	g	gis	a	h	c′
11	10	27	16	4	2	2	6

Von diesen 78 Tönen gehören 74 der Durtonleiter an und zugleich der Diatonik; nur die 4 gis-Werte bilden eine Ausnahme. Suchen wir überdies auch hier nach dem Hauptkriterium der Keplerschen Tabelle, dem Dur-Dreiklang, so ist dieser mit 60 auf c, e und g fallenden Tönen auffällig genug betont.

Die Ergänzungen zum Kernstück der »Weltharmonik« Keplers durch Günther und Warrain sind aber nicht die einzigen Fortsetzungen seiner Entdeckungen. Wir deuteten bereits an, daß Kepler auch andere Bahnelemente der Planeten untersuchte, u. a. die Entfernungen der Planeten von der Sonne, jedoch mit dem Ergebnis nicht zufrieden war. Diese Untersuchung konnte später mit Erfolg fortgeführt werden, und zwar durch die beiden bedeutenden Astronomen J. D. Titius (1729—1796) und J. E. Bode (1747—1826). Sie erarbeiteten die nach ihnen benannte Titius-Bodesche Regel über die Entfernungen der Planeten

von der Sonne, wobei sie der Distanz Sonne-Erde den Wert 10 gaben und auf dieses Grundmaß alle anderen Entfernungen bezogen. Die sich ergebende Gesetzmäßigkeit läßt sich mathematisch auf zweierlei Weise formulieren und ist (mit Ergänzung der später entdeckten Planeten) in den beiden ersten Spalten der folgenden Tabelle dargestellt:

Planet	Entfernung nach Titius-Bode		Vorschlag von Rookes
Merkur	0 + 4 = 4	4 + 0 . 3	1/16 P und 1/10 A
Venus	3 + 4 = 7	4 + 1 . 3	1/7
Erde	6 + 4 = 10	$4 + 2^1 . 3$	1/5
Mars	12 + 4 = 16	$4 + 2^2 . 3$	1/3
Asteroiden	24 + 4 = 28	$4 + 2^3 . 3$	
Jupiter	48 + 4 = 52	$4 + 2^4 . 3$	1
Saturn	96 + 4 = 100	$4 + 2^5 . 3$	2
Uranus	192 + 4 = 196	$4 + 2^6 . 3$	4
Neptun	301		6
Pluto	384 + 4 = 388	$4 + 2^7 . 3$	6 P und 10 A

(Aus R. Haase, Fortsetzungen der Keplerschen Weltharmonik, in: Johannes Kepler, Werk und Leistung, Linz 1971, S. 66)

Beide Formen der Titius-Bode-Reihe enthalten faktisch den gleichen harmonikalen Kern, nämlich eine Oktavreihe der Duodezime eines angenommenen Grundtones. Diese Oktavreihe ist in der ersten Darstellung erkennbar in der Ziffernfolge 3, 6, 12, 24 ... (Verdoppelung bedeutet Multiplikation mit 2, so daß zwischen zwei Gliedern jeweils das Verhältnis 1 : 2 der Oktave besteht). In der anderen Darstellung ist das Oktavieren noch klarer zu erkennen, da eine Reihe von Zweierpotenzen vorhanden ist, deren jede mit 3 multipliziert wird. Zu beachten ist freilich, daß die Titius-Bode-Reihe nur ein Annäherungsverfahren darstellt, das zwar harmonikale Struktur besitzt, aber bei den entfernteren Planeten doch zunehmend ungenau wird.

Deshalb wurde von D. Rookes [63] der Vorschlag gemacht, nicht die Distanz Sonne-Erde als Bezugsmaß zu wählen, sondern die Periheldistanz des Jupiters zur Sonne (= 1). Es ergeben sich dadurch genauere Werte, die wir in der dritten Spalte unserer Tabelle wiedergegeben haben. Bei Merkur und Pluto sah sich Rookes gezwungen, wegen der großen Differenzen die Perihel- und Aphelwerte getrennt anzugeben. Das Ergebnis dieser verbesserten Annäherungslösung ist wiederum harmonikal deutbar, da sich sämtliche Werte (von c = 1 ausgehend) als Töne wie folgt angeben lassen:

1/16	1/10	1/7	1/5	1/3	1	2	4	6	10
$c_{,,,,}$	$as_{,,,}$	$d_{,,}$	$as_{,,}$	$f_{,}$	c	c′	c″	g″	e‴

Musikalisch ist diese Reihe deshalb besonders interessant, weil die unter dem angenommenen Grundton c liegenden Töne überwiegend den Molldreiklang (f, as, c) ergeben, während die über dem Grundton befindlichen ausschließlich den Durdreiklang (c, e, g) bilden.

Es gibt noch ein weiteres Annäherungsverfahren für die mittleren Abstände der Planeten von der Sonne, das jedoch weit weniger bekannt ist als die Titius-Bodesche Regel. Es beruht auf der von dem Kristallographen Victor Goldschmidt entwickelten Methode der »Complication« [64], durch die dieser — abgesehen von seinen Verdiensten als Kristallograph — bekannt wurde [65]. Goldschmidt wendete diesen Kalkül nicht nur in der Kristallographie an, sondern unter anderem auch in der Astronomie, da er der Überzeugung war, mit diesem Verfahren ein umfassendes, allgemeingültiges Naturgesetz nachweisen zu können. Tatsächlich konnte er verblüffende Übereinstimmungen auf verschiedenen Gebieten aufdecken, was für unseren Zusammenhang deshalb interessant ist, da es sich dabei um harmonikale Gesetze handelt. Goldschmidt war sich dieser Tatsache vollauf bewußt; denn er dachte wie Kepler in seiner »Weltharmonik« harmonikal und war mit seinen Schriften einer der Wegbereiter Hans Kaysers [66]. Bemerkenswert ist, daß er es als Naturwissenschaftler unternahm, eine zweibändige Musiklehre [67] zu schreiben, deren Regeln er mit seinen Methoden ganz aus Naturgesetzen ableitete. Das führte freilich zu manchen musikalischen Fragwürdigkeiten, weshalb dieser Versuch nur als Kuriosität zu werten ist.

Das Verfahren der »Complication« wollen wir hier noch nicht schildern, sondern erst (S. 51) im Zusammenhang mit den kristallographischen Forschungen Goldschmidts [68]. Wir teilen lediglich die Ergebnisse mit, die denkbar einfach darzustellen und zu interpretieren sind, weil sie ein typisch harmonikales Aussehen haben, nämlich aus Brüchen und ganzen Zahlen bestehen. Goldschmidt hat in verschiedenen Schriften die Planeten, deren Trabanten und die Asteroiden (Planetoiden) untersucht [69] und kurz vor seinem Tod auch noch den neuentdeckten Planeten Pluto [70]. Er wendet dabei seinen Kalkül auf unterschiedliche Bezugssysteme an, wobei fast ausnahmslos die Sonne eine der beiden Begrenzungen bildet, jedoch nicht immer der Weltenraum die andere. So gewinnt er zwar zum Beispiel seine sogenannten p-Werte für die großen Planeten aus dem Bezugssystem Sonne — Weltenraum, diejenigen für die kleinen Planeten aber aus dem Bezugssystem Sonne — Jupiter. Die Ergebnisse sehen so aus:

Sonne	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Pluto	Weltenraum
0	1/2	1	2	3	4	∞

Sonne	Merkur	Venus	Erde	Mars	Jupiter
0	1/2	1	3/2	3	∞

An anderer Stelle[71] gibt er aber auch sämtliche Planeten in einer einzigen Reihe an, die folgendes Aussehen hat:

Sonne	Merkur	Venus	Erde	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun	Weltenraum
0	1/13	1/7	1/5	1/3	1	2	4	6	∞

Dieses Ergebnis ähnelt stark der von Rookes angegebenen Verbesserung der Titius-Bodeschen Reihe, wir können jedoch nichts darüber aussagen, ob Rookes die Methode von Goldschmidt gekannt hat.

Die bisherigen Ergebnisse sind auf den ersten Blick als harmonikal zu erkennen. Wir unterlassen es jedoch bewußt, sie in Töne zu übertragen, da, wie schon mitgeteilt, das Bezugssystem jedes Mal ein anderes ist. Es handelt sich sozusagen jeweils um eine andere Tonalität, und wenn wir unüberlegt jede 1 dem Ton c zuordnen wollten, würden wir Zusammenhänge herstellen, die in Wirklichkeit nicht existieren. Dasselbe ist der Fall bei den nun folgenden Ergebnissen, die wir zwar koordinieren, die jedoch aus ganz verschiedenen Bezugssystemen stammen und daher keineswegs gleiche Töne als Resultat aufweisen.

Große Planeten		1/2		1		2	3	4	
Kleine Planeten	1/3		2/3	1		2			
Planetoiden (Sonne—Jupiter)	1/3		2/3	1		2	3	4	5	6
Planetoiden (Mars—Jupiter)		1/2	2/3	1		2			
Planetoiden (Erde—Jupiter)		1/2	2/3	1					
Jupiter-Trabanten		1/2	2/3	1		2			
Uranus-Trabanten		1/2	2/3	1	3/2				
Saturn, innere Trabanten		1/2	2/3	1	3/2	2			
Saturn, äußere Trabanten				1	6/5		3		
Erdmond				1					

Obschon es sich also nicht um identische Töne bzw. Intervalle handelt und jede Reihe gleichsam einen anderen Grundton hat, herrscht auffällige Übereinstimmung zwischen allen von Goldschmidt ermittelten Ergebnissen. Auch wenn es nur Annäherungslösungen sind, ist die harmonikale Struktur unverkennbar und durchdringt offensichtlich das gesamte Planetensystem. Das ist angesichts der bereits aufgezeigten Lösung von Titius und Bode zwar nicht verwunderlich, doch ist erstaunlich, daß sich analoge harmonikale Strukturen auch bis in die kleineren Bestandteile unseres Sonnensystems hinein nachweisen lassen.

Daß wir Annäherungslösungen verwendet haben, veranlaßt uns noch zu einer weiteren grundsätzlichen Betrachtung. Es ist in der naturwissenschaftlichen Forschung durchaus klar, daß auch in gesetzlich erfaßbaren Zusammenhängen sehr wohl Variationsbreiten, Streuungen der Werte auftreten können, deren Spielraum freilich nicht willkürlich sein darf und genau fixierbar ist. Es kann daher auch bei harmonikalen Befunden in der Natur eine gewisse Abweichung von der exakten Proportion toleriert werden, und solcher geringfügiger Abweichungen war sich bereits Johannes Kepler bewußt, weshalb er dieses Problem ganz offen in seiner »Weltharmonik« [72] diskutiert. Gewiß dürfen Abweichungen von der Norm nicht beliebig groß sein, da sonst kaum noch eine Beweisführung möglich ist, doch sei in diesem Zusammenhang noch einmal an einen Sachverhalt erinnert, den wir schon einleitend schilderten, als wir Fakten der Gehörsdisposition referierten [73]. Es wurde nämlich darauf hingewiesen, daß die psychische Intervallempfindung Zurechthörbereiche hat, auf Grund derer es möglich ist, bis zu 40 % einer Halbtondistanz an Abweichung von der exakten Proportion als dem betreffenden Intervall zugehörig zu empfinden. Diese natürlich weit über die bei Naturgesetzen übliche Toleranz hinausgehende Fähigkeit erlaubt es uns aber, selbst in solchen Fällen, wo es sich nur um eine Annäherungslösung handelt — wo also von vornherein zugegeben wird, daß die Werte nicht exakt sind —, eine qualitative Intervallbeurteilung vorzunehmen. Die Gehörsempfindung würde uns jedenfalls auch dann noch eine Orientierung ermöglichen.

(Der mit den Werken Hans Kaysers vertraute Leser wird in diesem Kapitel vielleicht die Erwähnung jener Planetentonleiter vermissen, die Kayser in »Der hörende Mensch« [74] entwickelt hat und die von dort in verschiedene andere Bücher übernommen wurde. Diese Tonleiter ist leider wissenschaftlich nicht haltbar, wie Warrain nachgewiesen hat [75]. Kayser wußte dies, wie er dem Verfasser gegenüber äußerte. Daher enthält auch die Neuauflage der »Akróasis« einen einschränkenden Hinweis [76], der diese Fakten aber etwas abschwächt. Eine völlige Eliminierung der Tonleiter aus diesem Buch hätte freilich einen schwerwiegenden Eingriff bedeutet, da Kaysers Philosophie über den Zerrüttungsfaktor in der Welt sich auch auf diese Tonleiter bezieht, weshalb wohl notgedrungen der Text unverändert bleiben mußte.)

Kristallographie ..... Es gibt verschiedene Gründe, die dafür sprechen, Kristalle als besonders geeignet für harmonikale Analysen anzusehen. Ein rein formaler ist zunächst der, daß der Kristall in besonders anschaulicher Weise dem entspricht, was die Harmonik unter

»Norm« versteht (wir haben diesen Begriff bereits in diesem Sinne verwendet). Der Kristall bildet sich in der Natur nur dort voll aus, wo das Gestein, aus dem er herauswächst, sozusagen unbeeinflußt von Behinderungen seine Eigengesetzlichkeit zur Entfaltung bringt. Dies ist der Fall in Spalten, in Drusen, also in Hohlräumen, die schützend und abschirmend diese Entwicklung ermöglichen. Alle sonst auf die Gesteine einwirkenden »Gesetze«, ob sie sich auf vulkanische oder Witterungseinflüsse beziehen, sind hier ferngehalten und können das Wachsen des Kristalls nicht stören. Daß es daneben auch im Gestein eingestreute kleinste Kristalle gibt, ist ein anderer Fall, der von uns als »kristallinisch« bezeichnet wird. Hier war eben jene Abschirmung der genannten Einflüsse nicht möglich, so daß der dem Gestein innewohnende Drang zur Ausbildung von Kristallen gleichsam nur angedeutet wird. Da es also die »Normen« des Gesteins sind, die sich im Kristall bekunden, ist er für harmonikale Untersuchungen prädestiniert; denn normative Gegebenheiten, exponierte Stellen der Natur, legen die Existenz harmonikaler Gesetze besonders nahe, wie schon Kayser gezeigt hat, und wie auch wir im Verlaufe unserer Ausführungen immer wieder feststellen werden.

Ein weiterer Grund für einen Zusammenhang zwischen Kristallographie und Harmonik ist die Tatsache, daß der Kristall nach Symmetriegesetzen aufgebaut ist, also einfachste Ordnungsprinzipien ihm von Natur aus eigen sind. Diese Eigenschaften äußern sich bereits in der atomaren Struktur des Kristalls; sie betreffen die Anordnung der Atome zueinander. Drehung und Spiegelung[77] sind die Hauptmethoden bei der Feststellung von Symmetrie, aus deren — auch gekoppelter — Anwendung sich die Feststellung ergeben hat, daß es 32 Kristallklassen gibt, denen jeder existierende Kristall zugeordnet werden kann. Für uns ist dabei von Interesse, daß nur Drehungen um 360°, 180°, 120°, 90° und 60° möglich sind, was — bei Zuordnung der 360° zur Einheit — der Bruchreihe $^1/_1$, $^1/_2$, $^1/_3$ $^1/_4$, $^1/_6$ entspricht, die selbstverständlich harmonikal gedeutet werden kann (c, c′, g′, c″, g″). Daraus ergeben sich, wie die Kristallographie lehrt, 1-, 2-, 3-, 4- und 6zählige Drehachsen, die einer Tonfolge c, C, F, C, F entsprechen. Schon diese Grundgesetze erlauben also eine Analogsetzung und harmonikale Einordnung.

Die symmetrische Struktur der Kristalle legt jedoch auch den Vergleich mit Gebilden der Kunst nahe; denn hier wie dort handelt es sich um strukturierte Formen, und Symmetrie ist jedenfalls eine der einfachsten Arten formaler Gestaltung. Nicht zufällig wurde daher wiederholt die Kristallographie zitiert, wo es um Formprobleme ging,

z. B. von W. Nowacki in seiner Berner Antrittsvorlesung [78] oder von G. C. Amstutz [79], der selbst ein bekannter Kristallograph ist und von seiner Wissenschaft aus interessante Verbindungen zwischen Natur und Kunst aufzeigt, wobei sinnvollerweise die Ornamentik als eines der Hauptanwendungsgebiete von Symmetrie eine besondere Rolle spielt. Außerdem möchten wir noch auf eine weitere Arbeit hinweisen, die der Zürcher Mineraloge P. Niggli unter dem Titel »Von der Symmetrie und von den Baugesetzen der Kristalle« [80] verfaßt hat. Diese Schrift enthält zwar keine konkreten harmonikalen Angaben, steht jedoch zufolge ihrer morphologischen Naturbetrachtung der Harmonik äußerst nahe und enthält viel Grundsätzliches über die Kristalle, dazu manchen anregenden philosophischen und ästhetischen Gedanken. Wir erwähnen sie auch deshalb, weil diese Art der Naturbetrachtung sich wohltuend gegen typisch fachwissenschaftliche Abhandlungen auf allen denkbaren wissenschaftlichen Gebieten abhebt.

Die Existenz von gleichsam künstlerischen Gesetzen im Kristall liefert nun nicht nur eine weitere prinzipielle Verbindung zur Harmonik, sondern sie hat offenbar den bereits erwähnten Kristallographen Victor Goldschmidt (1853—1933), der in Heidelberg wirkte, auf musiktheoretisch-akustische Zusammenhänge in der Kristallographie gebracht. Sein Rechenverfahren der »Complication« verwendeten wir bereits (S. 47), doch muß es nunmehr auch dargestellt werden.[81]

Es wurde empirisch gefunden bei der Beschreibung der Flächenentwicklung von Kristallen, auf die wir sogleich zu sprechen kommen werden, und abgeleitet aus der geometrischen Darstellung der Gegebenheiten. Wichtig für unseren Zusammenhang ist dabei, daß es nicht nur um die Ermittlung charakteristischer Werte (z) geht, sondern außerdem um eine Beziehung der z-Werte einer gefundenen Reihe aufeinander, wobei diese Beziehungen andere Zahlen (p) ergeben. Erst auf diese Weise gelangt Goldschmidt zu allgemeinverbindlichen Zahlengesetzen. Dieses Vorgehen ähnelt sehr der Ermittlung von Intervallproportionen, bei denen ebenfalls von den jeweiligen absoluten Werten (z. B. Frequenzen) abgesehen und nur das Verhältnis, die Relation der Frequenzen zueinander, ausgedrückt wird.

Ein von Goldschmidt gewähltes Beispiel möge unsere Ausführungen verdeutlichen. Folgende Reihe von z-Werten sei gefunden worden: 1, $^4/_3$, $^3/_2$, $^5/_3$, 2. Diese Werte werden nun in p-Werte umgerechnet mit Hilfe folgender Formel:

$$p = \frac{z - z_1}{z_2 - z}$$

Die Werte z_1 und z_2 sind die Endglieder (Endknoten, wie Goldschmidt sie nennt) der gefundenen Reihe, also in unserem Falle 1 und 2. Es muß nun jeder z-Wert der gegebenen Reihe in die Formel eingesetzt werden, so daß sich nacheinander folgende p-Werte ergeben:

$$0,\ \tfrac{1}{2},\ 1,\ 2,\ \infty$$

Die p-Reihen haben nun in der Tat auffällige Gemeinsamkeiten, wie sich bereits an den von uns angeführten astronomischen Berechnungen Goldschmidts erwiesen hat, die sämtlich aus solchen p-Werten bestehen. Seine Vermutung, mit diesem empirisch gefundenen Verfahren auf eine umfassende Naturgesetzlichkeit gestoßen zu sein, ist also nicht von der Hand zu weisen.

Nach der rein mathematischen Darstellung der Complication wollen wir uns nun wieder der Kristallographie zuwenden und die Gegebenheiten behandeln, aus denen dieses Rechenverfahren konkret abgeleitet wurde. Es handelt sich dabei um die Flächenentwicklung der Kristalle.[82] Kristalle sind durch ebene Flächen begrenzt, wobei es jedoch verschiedene Formen-Systeme mit jeweils gemeinsamen Eigenschaften gibt. Gewisse Flächen sind besonders wichtig, häufig und groß, andere dagegen seltener und kleiner, weshalb es eine Rangordnung der Flächenarten gibt. Die wichtigsten Flächen werden Hauptflächen oder Primärflächen genannt; sie sind in der folgenden Abbildung mit A und B bezeichnet. Bei fortschreitender Entwicklung bildet sich nun zuerst

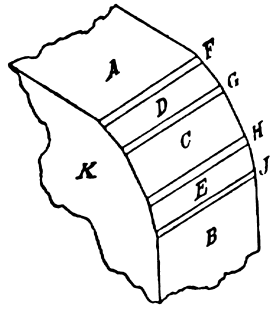


Abb. 2: Flächenbildung bei einem Kristall (aus V. Goldschmidt: Über Harmonie und Complication, Berlin 1901, S. 4)

eine Fläche C heraus, welche die A und B gemeinsame Kante unter einem bestimmten Winkel abstumpft. Kommt eine zusätzliche Differenzierung vor, so entstehen die Flächen D und E, die die Kanten AC und BC ersetzen. Bei noch weiter gehender Verfeinerung schließlich bilden sich auf analoge Weise die Flächen F, G, H und J aus. So kommt es zu der erwähnten Rangordnung, die den verschiedenen Stadien der

Formentwicklung entspricht; die erste abgeleitete Fläche C wird dabei als Dominante bezeichnet, alle aus Primärflächen abgeleiteten Flächen bilden eine sogenannte Zone.

Die mathematische Darstellung dieser Entwicklung erfolgt mit dem Verfahren der Complication, das wir bereits kennengelernt haben, wobei die Flächen durch ihre Normalen ersetzt werden. Wir können uns damit begnügen, die Endergebnisse mitzuteilen, die den einzelnen Stadien der Kristallentwicklung entsprechen, und bedienen uns dabei der Buchstaben unserer Abbildung [83]:

N_0 =	A								B
	0								∞
N_1 =	A				C				B
	0				1				∞
N_2 =	A		D		C		E		B
	0		1/2		1		2		∞
N_3 =	A	F	D	G	C	H	E	J	B
	0	1/3	1/2	2/3	1	3/2	2	3	∞

In diesen sogenannten Normalreihen N_0, N_1, N_2, N_3 bekundet sich die Rangordnung der Flächen dergestalt in Zahlen, daß 0 und ∞ den höchsten Rang haben, dann folgt 1, danach 1/2 und 2, und schließlich 1/3, 2/3, 3/2, 3. Die Entwicklung geht meistens nur bis N_2, selten bis N_3 und nur in Ausnahmefällen darüber. Jedenfalls ist mit diesem Prinzip die Formen- bzw. Flächenentwicklung von Kristallen aller Systeme und Zusammensetzungen erfaßt. Daß die Darstellung ausschließlich aus einfachsten harmonikalen Proportionen besteht, bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, doch wollen wir zur Veranschaulichung die Werte der Normalreihe N_3 als Saitenlängen auffassen und in Tönen wiedergeben:

g′ c′ g c F C F

Diese Tonfolge bedarf aber ebenso einer Erläuterung wie jene aus p-Werten bestehenden astronomischen Zahlenfolgen Goldschmidts, die wir bereits behandelten [84]: Jede dieser Reihen ist in sich tatsächlich harmonikal gegliedert, doch sind sie darum keineswegs alle auch tonal identisch. Diesem grundsätzlichen Sachverhalt ist noch hinzuzufügen, daß natürlich keinesfalls Identität zwischen den naturgegebenen z-Werten und den aus ihnen ermittelten p-Werten besteht. Denn wie unser Beispiel gezeigt hat, können ja diese z-Werte ebenfalls schon harmonikal deutbar sein. Die Umwandlung in p-Werte ist nicht einmal

eine Transposition, vielmehr werden ganz andere Tonbeziehungen zutage treten. In unserem Beispiel würden den z-Werten 1, 4/3, 3/2, 5/3, 2 die Töne c, G, F, Es, C (bei Saitenlängen) entsprechen, den zugehörigen p-Werten 1/2, 1, 2 hingegen die Töne c', c, C, wenn man unbedacht beiden Reihen c = 1 zugrunde legen würde. Kayser hat sich mit dieser verwickelten Problematik ausführlich in seinem harmonikalen Erstlingswerk »Orpheus« auseinandergesetzt[85] und ist den komplizierten Beziehungen zwischen z- und p-Werten in sehr subtiler Weise nachgegangen. Wir können uns damit in dem hier gegebenen Rahmen nicht ausführlich beschäftigen und müssen den interessierten Leser bitten, Kaysers leider durch einige Druckfehler verundeutlichte Ausführungen an Ort und Stelle nachzulesen.

Die Zusammenstellung der Normalreihen gibt natürlich nur das Schema, den Rahmen der bestehenden Rangordnung an. In Wirklichkeit sind die N-Reihen der einzelnen in der Natur vorkommenden Kristallarten weitaus vielfältiger beschaffen, wofür die nachfolgenden Beispiele Zeugnis ablegen.[86]

Granat: 0 1/3 2/5 1/2 3/5 2/3 4/5 19/20 1 20/19 5/4 3/2 5/3 2 5/2 3 ∞
Topas: 0 1/5 1/3 2/5 1/2 3/5 2/3 4/5 5/6 1 8/7 3/2 2 15/4 4 ∞
Beryll: 0 1/14 2/5 1/2 1 3/2 2 3 4 5 15/2 12 39/2 ∞
Gips: 0 1/3 1/2 2/3 1 3/2 2 5/2 3 4 ∞

Es kann uns hier wie auch in den anderen Wissenschaften gewidmeten Kapiteln natürlich nicht darum gehen, sämtliche Einzelfälle und Details anzuführen; diese können leicht in der zitierten Fachliteratur nachgelesen werden. Hingegen soll uns noch eine Verallgemeinerung der mit Hilfe des Complications-Verfahrens ermittelten Normalreihen beschäftigen, die Goldschmidt in einem späteren Werk[87] darstellt.

Er hat inzwischen sein Complications-Verfahren auf verschiedenen Gebieten erprobt, unter anderem in der Astronomie, wie wir bereits wissen, und sieht die einzelnen Ergebnisse jetzt in einem größeren Zusammenhang. Dieser läßt ihn erkennen, daß hinter den von ihm ermittelten Normalreihen für die Flächenentwicklung der Kristalle eine Systematik steht, die mathematisch noch einfacher und klarer zu formulieren ist. Goldschmidt gibt daher folgende allgemeine Formel für die Entwicklung der Normalreihen an

$$\infty \; n/1 \; n/2 \ldots . \; n/n-1 \quad 1 \quad n-1/n \ldots . \; 2/n \; 1/n \quad 0$$

schreibt diese jedoch in Form von Winkeln bzw. Schalen, wie er sie nennt, auf, so daß sich ein Bildungsgesetz in der Form einer Matrix ergibt:

Comb. 4

Schale:	0	I	II	III	IV
Stufe 0:	(?)	0	0	0	0
Stufe 1:	∞	1	1/2	1/3	1/4
Stufe 2:	∞	2	1	2/3	1/2
Stufe 3:	∞	3	3/2	1	3/4
Stufe 4:	∞	4	2	4/3	1

Allgemein: Schale n:

∞	$\frac{n}{1}$	$\frac{n}{2}$	· ·	$\frac{n}{n-1}$	1

0	1/n	2/n	·	·	n-1/n

Beispielsweise: Schale IV:

0/4	1/4	2/4	3/4
4/0	4/1	4/2	4/3	1

Matrix (aus V. Goldschmidt: Über Complication und Displication, Heidelberg 1921, S. 34)

Goldschmidt wirft in diesem Zusammenhang die Frage auf, ob die Schalen der Tafel nicht vor allem in der Musik besondere Bedeutung hätten, und macht dazu einige Angaben, die aber sachlich nicht richtig sind. Dabei übersieht er aber merkwürdigerweise etwas ganz Wesentliches, was eigentlich sofort in die Augen fallen müßte: daß nämlich die zweite waagerechte Zeile der Tabelle (1 1/2 1/3 1/4) den Anfang der Obertonreihe (in Saitenlängen bzw. Wellenlängen) enthält, und daß die zweite senkrechte Reihe (1 2 3 4) ebenfalls als Obertonreihe, nämlich in Frequenzen, aufgefaßt werden kann! Die Tafel besteht also nicht nur aus Intervallproportionen, sondern sie enthält außerdem eine weitere wichtige akustische Analogie, die ihre harmonikale Bedeutung beträchtlich verstärkt.

Hinzu kommt aber noch etwas. Goldschmidt konnte kaum wissen, daß eben diese Tafel noch viel weiter entwickelt bereits in A. v. Thimus' »Die harmonikale Symbolik des Alterthums« aufzufinden ist. In dem genannten Buch wird als wichtigste Entdeckung das sogenannte »Lambdoma« rekonstruiert und dargestellt[88]. Thimus' Werk war freilich so gut wie unbekannt geblieben, und erst in jenen Jahren, da Goldschmidt die von uns wiedergegebenen Gesetze fand, bahnte sich eine Wiederentdeckung an, gefördert u. a. von Hermann Bahr[89] und vollendet schließlich durch Hans Kayser, der auch die Identität der Goldschmidtschen Tafel mit dem Lambdoma entdeckte.[90]

Die näheren Umstände der Rekonstruktion des dem antiken Pythagoreismus entstammenden Lambdoma sind bei Thimus ausführlich geschildert, seine Interpretation bei Kayser[91] oder in einer der zusammenfassenden Darstellungen des Verfassers[92]. Uns geht es nur um die naturwissenschaftliche Bedeutung des Lambdoma, dessen Struktur wir nun in den beiden möglichen Formen wiedergeben, deren Unterschied

kein prinzipieller ist, da es sich nur um eine Spiegelung des Aufbaues handelt:

1/1	1/2	1/3	1/4 usw.		1/1	2/1	3/1	4/1 usw.
2/1	2/2	2/3	2/4		1/2	2/2	3/2	4/2
3/1	3/2	3/3	3/4		1/3	2/3	3/3	4/3
4/1	4/2	4/3	4/4		1/4	2/4	3/4	4/4
usw.					usw.			

Wir sagten schon, daß in der Goldschmidtschen Tafel die zweite Waagerechte die Werte der Obertonreihe enthält, und erkennen jetzt, daß dies auch beim Lambdoma der Fall ist (in der linken Darstellung in Saiten- bzw. Wellenlängen, in der rechten in Frequenzen). Wir können also anstatt der Brüche auch Töne schreiben, von denen jeder zum angenommenen Grundton (1/1 = c) das durch den Bruch ausgedrückte Intervall bildet. Beide Formen des Lambdoma haben daher die gleiche Intervallstruktur:

c	c′	g′	c″ usw.	(Die Lage der Töne in bezug auf den
c,	c	g	c′	Grundton ist durch Striche oben oder
f,,	f,	c	f	unten am Tonbuchstaben gekennzeich-
c,,	c,	g,	c	net.)
usw.				

Unabhängig davon, ob es sich um Saiten- bzw. Wellenlängen oder um Frequenzen handelt, erkennen wir, daß die Intervallstruktur des Lambdoma akustisch von noch umfassenderer Bedeutung ist, als wir bereits ausgeführt haben: Es sind nämlich sämtliche waagerechten Reihen des Lambdoma Obertonreihen, aufgebaut auf jenen Tönen, welche in der ersten der senkrechten Reihen des Lambdoma stehen, die Spiegelungen der Obertonreihen darstellen (denn sie haben die gleichen Intervallfolgen — nur verlaufen sie abwärts). In der Harmonik wird meist dieser polare Aspekt des Lambdoma betont und in diesem Zusammenhang auch der Begriff »Untertonreihe« für die Senkrechten verwendet, was aber nur hinsichtlich des mathematischen Aufbaues vertretbar ist, da Untertonreihen in der Natur nicht vorkommen. Für unseren Zweck genügt daher die Tatsache, daß das Lambdoma aus lauter Obertonreihen besteht.

Wir mußten die eigentlich in das Gebiet der Physik gehörende Besprechung des akustischen Aufbaues des Lambdoma deshalb schon hier vornehmen, weil sich aufgrund dieses Wissens eine zusätzliche Interpretation der Goldschmidtschen Tafel ergibt: Diese aus kristallographischen Gesetzen entwickelte Tafel besteht ebenfalls in allen Werten aus Teilen von Obertonreihen, bildet damit in der Tat eine einzig-

artige akustische Analogie und stellt daher ein Kernstück harmonikaler Naturbetrachtung dar.

Die Schilderung harmonikaler Gesetzlichkeit in der Flächenentwicklung der Kristalle hat uns besonders lange beschäftigen müssen, doch ist damit das Thema der kristallographischen Harmonik keineswegs erschöpft. Schon Kayser wies auf eine weitere ausgedehnte harmonikale Analogie in den Kristallen hin[93], die er von dem Kristallographen G. Linck[94] übernommen hat. Es handelt sich dabei um das sogenannte »Grundgesetz der geometrischen Kristallographie«.

Die mathematische Darstellung dieses Gesetzes beruht auf einem im Kristallmittelpunkt verankerten dreidimensionalen Koordinatensystem, dessen Achsen x, y und z von den Flächen des Kristalls (bzw. ihren Verlängerungen) geschnitten werden; die auf diese Weise entstehenden Abschnitte auf den Achsen werden a, b und c genannt, wobei stets b = 1 gesetzt wird und die anderen Werte darauf bezogen werden. Als Beispiel wird ein monokliner Kristall gewählt, dessen 11 Flächen die folgenden Werte ergeben:

Fläche	Achsenverhältnis a : b : c	Indices für a b c	
1	− 0,6585 : 1 : 0,5553		$\bar{1}$ 1 1
2	− 1,3170 : 1 : 2,2212	$^1/_2$, $^1/_1$, $^1/_4$	$\bar{2}$ 4 1
3	0,6585 : 1 : ∞		1 1 0
4	1,9755 : 1 : ∞	$^1/_3$, $^1/_1$, 0	1 3 0
5	∞ : 1 : 1,1106	0, $^1/_1$, $^1/_2$	0 2 1
6	∞ : 1 : 0,3702	0, $^1/_1$, $^3/_2$	$\bar{0}$ 2 3
7	− 0,6585 : ∞ : 0,5553	$^1/_1$, 0, $^1/_1$	$\bar{1}$ 0 1
8	0,6585 : ∞ : 1,1106	$^1/_1$, 0, $^1/_2$	2 0 1
9	∞ : ∞ : 0,5553		0 0 1
10	∞ : 1 : ∞		0 1 0
11	0,6585 : ∞ : ∞		1 0 0

Achsenverhältnisse und Indices bei Kristallen (aus H. Kayser: Der hörende Mensch, Berlin 1932, S. 163)

Man sieht sofort, daß alle Abschnitte a und c je untereinander in einfachen rationalen Verhältnissen stehen (b natürlich auch, doch ist dies als Ausgangsbedingung festgelegt); ∞ bedeutet Parallelität zu der be-

treffenden Achse. Das Verhältnis a:b:c ist nicht rational, doch kann auch dies der Fall sein, wenn die Achsen geometrisch gleichwertig sind. Man wählt nun eines der gefundenen Achsenverhältnisse als primäres aus und setzt zu diesem die Achsenabschnitte der anderen ins Verhältnis, wodurch sich die sogenannten Indices der betreffenden Fläche ergeben. In der obigen Tabelle wurden die Werte der ersten Fläche als primäre gewählt; diese ergeben bei Division durch die Werte der zweiten Fläche deren Indices wie folgt:

$$\frac{0{,}6585}{1{,}3170} : \frac{1}{1} : \frac{0{,}5553}{2{,}2212} = \frac{1}{2} : \frac{1}{1} : \frac{1}{4}$$

Durch Erweiterung kann man diese Brüche auf ganze Zahlen bringen, die dann die eigentlichen Indices sind. Analog wird mit allen Flächen verfahren. Die Indices sind meist einfache rationale Zahlen, selten größer als 20, deren harmonikale Interpretation denkbar einfach ist.

Chemie ..... Wir haben schon bei den Ausführungen zur Naturzahlenreihe die Ordnung der chemischen Elemente aufgrund ihrer Kernladungen behandelt (und damit die wichtigste Grundlage der Chemie vorweggenommen), und wir erwähnten in diesem Zusammenhang auch bereits das periodische System der Elemente[95]. Ohne auf dessen Ordnungsprinzipien näher einzugehen — denn sie sind für die harmonikale Betrachtung unwichtig — sei ergänzend nur erwähnt, daß es sich eingebürgert hat, in diesem System von Oktaven zu sprechen, womit die waagerechten Reihen gemeint sind. Denn so wie in der Musik die Oktave die Wiederkehr des Grundtones bedeutet und überdies alle charakteristischen Phänomene der Musik oktavweise wiederkehren und identisch sind, so verhält es sich ähnlich auch im periodischen System der Elemente, nur haben dort die meisten »Oktaven« 8 Elemente, so daß erst beim neunten die analoge Wiederkehr von Eigenschaften beginnt, und später werden diese »Oktaven« noch größer. Die Parallele bezieht sich also nur auf die Ähnlichkeit der Prinzipien, nicht auf die Fakten selber. Übrigens läßt sich noch ein weiterer, jedoch wiederum nur äußerlicher Vergleich bilden; das periodische System der Elemente bedeutet nämlich für die Chemie etwas Analoges wie das Lambdoma[96] für die Harmonik. Das Lambdoma ist ja eine systematisch gegliederte Tafel sämtlicher durch ganzzahlige Proportionen ausdrückbarer Töne bzw. (wenn der Bezug zum Zeugerton mitgedacht wird) Intervalle, und das periodische System der Elemente ist eine ebenfalls streng organisierte Anordnung aller chemischen Grundstoffe.

Wenden wir uns nun aber vorerst dem einzelnen Element zu. Die

charakteristischen Eigenschaften eines jeden dieser chemischen Grundstoffe sind bekanntlich gegeben durch den Aufbau ihrer kleinsten Bestandteile, der Atome. Das griechische Wort »atomon« heißt unteilbar und wurde von den deshalb als Atomisten bezeichneten Philosophen Leukippos und Demokritos rund 400 v. Chr. erstmalig für die kleinsten Bauteile der Materie angewendet, die sie sich unteilbar dachten. Dieser uns aus der Philosophiegeschichte bekannte Sachverhalt ist aber bereits harmonikal interpretierbar, da, wie wir in unserer »Geschichte des harmonikalen Pythagoreismus«[97] ausführlicher dargestellt haben, der Linguist Hermann Koller den Nachweis geführt hat[98], daß diese Vorstellung kleinster unteilbarer Teilchen aus einem anderen Gebiet übernommen wurde, nämlich aus der akustischen Intervallehre, wo das kleinste musikalisch sinnvolle Intervall 45 : 46 als »atomon« bezeichnet wurde. Dabei ist zu beachten, daß dieser Tatsache ein Urteil des Gehörs zugrunde liegt, das noch kleinere Tonschritte als unbrauchbar empfand.

Wir wissen inzwischen, daß die Atome keineswegs unteilbar sind, sondern aus vielen Bauteilen bestehen, zu denen immer noch neue hinzu entdeckt werden. Immerhin ist aber ein grundsätzlicher Aufbau fixierbar, der darin besteht, daß um einen elektrisch positiven Kern verschiedene negativ geladene Elektronen kreisen. Man hat daher diese Struktur mit unserem Sonnensystem verglichen, und da die Elektronen elliptische oder kreisförmige Bahnen haben, sind auch auf das Atom die drei Keplerschen Gesetze anwendbar[99]. Vor allem der morphologisch denkende Chemiker K. Lothar Wolf weist nachdrücklich auf die sich hier ergebende Analogie zwischen Mikro- und Makrokosmos hin und erwähnt in seinen Werken sehr oft Kepler, weil ihm dessen Denkweise vorbildlich und nachahmenswert erscheint. Uns drängt sich jedoch in diesem Zusammenhang noch ein weiterer Gedanke auf. Da wir heute wissen, daß auch die von Kepler entdeckten harmonikalen Planetengesetze eine Realität sind und insbesondere die Intervalle aus dem Vergleich der scheinbaren Aphel- und Perihelbögen eine Konstante im Planetensystem darstellen[100], möchten wir die Frage aufwerfen, *ob nicht auch im Atom derartige Intervalle an den Extremstellen der Elektronenbahnen auftreten.* Zwar haben sich die Vorstellungen vom Aufbau des Atoms inzwischen differenziert, insbesondere unter dem Einfluß der Schrödingerschen Wellenmechanik, und anstelle von Elektronen-Planeten denkt man sich heute »Wolken«, in deren größter Dichte der Ort des Elektrons am wahrscheinlichsten ist. Aber vielleicht könnte unsere Hypothese dennoch eine Komponente liefern, die den Grad der Wahrscheinlichkeit erhöht, sozusagen durch eine neue Perspektive aus der »Keplerschen« Infrastruktur des Atoms.

Wir wollen nunmehr einige den Aufbau der Atome kennzeichnende Zahlen und Zahlengesetze darstellen. Nach einem sehr einfachen

Das natürliche System der elementaren Atome

Periode	Schale / Elementarer Stoff		K	L		M			N				O			P			Q	Termsymbol des Grundzustandes
	n =		1	2		3			4				5			6			7	
	l =		0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	0	1	2	0	
			s	s	p	s	p	d	s	p	d	f	s	p	d	s	p	d	s	
1	1	H	1																	$^2S_{1/2}$
	2	He	2																	$^1S_0$
2	3	Li	2	1																$^2S_{1/2}$
	4	Be	2	2																$^1S_0$
	5	B	2	2	1															$^2P_{1/2}$
	6	C	2	2	2															$^3P_0$
	7	N	2	2	3															$^4S_{3/2}$
	8	O	2	2	4															$^3P_2$
	9	F	2	2	5															$^2P_{3/2}$
	10	Ne	2	2	6															$^1S_0$
3	11	Na	2	2	6	1														$^2S_{1/2}$
	12	Mg	2	2	6	2														$^1S_0$
	13	Al	2	2	6	2	1													$^2P_{1/2}$
	14	Si	2	2	6	2	2													$^3P_0$
	15	P	2	2	6	2	3													$^4S_{3/2}$
	16	S	2	2	6	2	4													$^3P_2$
	17	Cl	2	2	6	2	5													$^2P_{3/2}$
	18	Ar	2	2	6	2	6													$^1S_0$
4	19	K	2	2	6	2	6		1											$^2S_{1/2}$
	20	Ca	2	2	6	2	6		2											$^1S_0$
	21	Sc	2	2	6	2	6	1	2											$^2D_{3/2}$
	22	Ti	2	2	6	2	6	2	2											$^3F_2$
	23	V	2	2	6	2	6	3	2											$^4F_{3/2}$
	24	Cr	2	2	6	2	6	5	1											$^7S_3$
	25	Mn	2	2	6	2	6	5	2											$^6S_{5/2}$
	26	Fe	2	2	6	2	6	6	2											$^5D_4$
	27	Co	2	2	6	2	6	7	2											$^4F_{9/2}$
	28	Ni	2	2	6	2	6	8	2											$^3F_4$
4a	29	Cu	2	2	6	2	6	10	1											$^2S_{1/2}$
	30	Zn	2	2	6	2	6	10	2											$^1S_0$
	31	Ga	2	2	6	2	6	10	2	1										$^2P_{1/2}$
	32	Ge	2	2	6	2	6	10	2	2										$^3P_0$
	33	As	2	2	6	2	6	10	2	3										$^4S_{3/2}$
	34	Se	2	2	6	2	6	10	2	4										$^3P_2$
	35	Br	2	2	6	2	6	10	2	5										$^2P_{3/2}$
	36	Kr	2	2	6	2	6	10	2	6										$^1S_0$

Teilwiedergabe aus K. L. Wolf: Theoretische Chemie, Leipzig 1954[3], S. 170–172

Gesetz ist bereits die Anzahl der Elemente in jeder Reihe (»Oktave«) des periodischen Systems bestimmt. Die Anzahl ist allgemein gegeben

Periode	Elementarer Stoff		Schale	K	L		M			N				O			P			Q	Termsymbol des Grundzustandes
			n =	1	2		3			4				5			6			7	
			l =	0	0	1	0	1	2	0	1	2	3	0	1	2	0	1	2	0	
				s	s	p	s	p	d	s	p	d	f	s	p	d	s	p	d	s	
5	37	Rb		2	2	6	2	6	10	2	6			1							$^2S_{1/2}$
	38	Sr		2	2	6	2	6	10	2	6			2							$^1S_0$
	39	Y		2	2	6	2	6	10	2	6	1		2							$^2D_{3/2}$
	40	Zr		2	2	6	2	6	10	2	6	2		2							$^3F_2$
	41	Nb		2	2	6	2	6	10	2	6	4		1							$^6D_{1/2}$
	42	Mo		2	2	6	2	6	10	2	6	5		1							$^7S_3$
	43	Ma		2	2	6	2	6	10	2	6	6		1							$(^6D_{9/2})$
	44	Ru		2	2	6	2	6	10	2	6	7		1							$^5F_5$
	45	Rh		2	2	6	2	6	10	2	6	8		1							$^4F_{9/2}$
	46	Pd		2	2	6	2	6	10	2	6	10									$^1S_0$
5a	47	Ag		2	2	6	2	6	10	2	6	10		1							$^2S_{1/2}$
	48	Cd		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2							$^1S_0$
	49	In		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	1						$^2P_{1/2}$
	50	Sn		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	2						$^3P_0$
	51	Sb		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	3						$^4S_{3/2}$
	52	Te		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	4						$^3P_2$
	53	J		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	5						$^2P_{3/2}$
	54	X		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6						$^1S_0$
6	55	Cs		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6		1				$^2S_{1/2}$
	56	Ba		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6		2				$^1S_0$
	57	La		2	2	6	2	6	10	2	6	10		2	6	1	2				$(^2D_{3/2})$
	58	Ce		2	2	6	2	6	10	2	6	10	1	6	6	1	2				$(^3H_4)$
	59	Pr		2	2	6	2	6	10	2	6	10	2	2	6	1	2				$(^4K_{11/2})$
	60	Nd		2	2	6	2	6	10	2	6	10	3	2	6	1	2				$(^5L_6)$
	61	Il		2	2	6	2	6	10	2	6	10	4	2	6	1	2				$(^6L_{9/2})$
	62	Sm		2	2	6	2	6	10	2	6	10	5	2	6	1	2				$(^7K_4)$
	63	Eu		2	2	6	2	6	10	2	6	10	6	2	6	1	2				$(^8H_{7/2})$
	64	Gd		2	2	6	2	6	10	2	6	10	7	2	6	1	2				$(^9D_2)$
	65	Tb		2	2	6	2	6	10	2	6	10	8	2	6	1	2				$(^8H_{15/2})$
	66	Dy		2	2	6	2	6	10	2	6	10	9	2	6	1	2				$(^7K_{10})$
	67	Ho		2	2	6	2	6	10	2	6	10	10	2	6	1	2				$(^6L_{15/2})$
	68	Er		2	2	6	2	6	10	2	6	10	11	6	6	1	2				$(^5L_{10})$
	69	Tu		2	2	6	2	6	10	2	6	10	12	2	6	1	2				$(^4K_{17/2})$
	70	Yb		2	2	6	2	6	10	2	6	10	13	2	6	1	2				$(^3H_6)$
	71	Cp		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	1	2				$(^2D_{3/2})$
	72	Hf		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	2	2				$(^3F_2)$
	73	Ta		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	3	2				$(^4F_{3/2})$
	74	W		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	4	2				$^5D_0$
	75	Re		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	5	2				$(^6S_{5/2})$
	76	Os		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	6	2				$(^5D_4)$
	77	Ir		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	7	2				$(^4F_{9/2})$
	78	Pt		2	2	6	2	6	10	2	6	10	14	2	6	8	2				$^3F_4$

durch die Formel $2n^2$, in der n die Naturzahlenreihe ist; die Ergebnisse sind (für n = 1, 2, 3, 4) 2, 8, 18, 32, und diese Anzahlen treten auch tatsächlich auf, wie aus der obigen Tabelle erkennbar ist; freilich kommen einzelne Werte mehrfach vor. Daß diese Zahlen harmonikal sind, sieht man sehr leicht ein. Man faßt sie am besten als Zahlen der Obertonreihe auf und erhält (bei c als Grundton) die Töne c′, c‴, d⁗, c⁗⁗, also vorwiegend höhere Oktaven des Grundtones, weshalb die Bezeichnung »Oktaven« für die Reihen von diesem Ergebnis her ebenfalls motivierbar wäre. Es ergibt sich übrigens hier noch eine Parallele zwischen den Reihen des periodischen Systems und der Obertonreihe (und damit des Lambdoma): auch in der Obertonreihe nimmt die Anzahl von Werten pro Oktave zu, da Oktaven des Grundtones beim 2., 4., 8., 16., 32., 64. usw. Partialton vorhanden sind, und diese Abstände 1, 2, 4, 8, 16, 32 usw. Töne umfassen, also Anzahlen, die teilweise sogar identisch mit denen der Reihen des periodischen Systems sind!

Wie schon gesagt, ist jeder Atomkern von Elektronen umgeben; deren Anzahl entspricht genau der der Kernladungen (Protonen), weshalb jedes Atom elektrisch neutral ist. Der Aufbau der Elektronenhülle ist jedoch wesentlich komplizierter, als die oben angegebene Analogie zu unserem Planetensystem erwarten läßt. Die einzelnen Elektronen bewegen sich nicht nur in verschiedenen Bahnen um den Atomkern, sondern diese Bahnen sind außerdem noch in bestimmter Weise gruppiert, d. h. sie befinden sich in sogenannten »Schalen«, die mit den Buchstaben K, L, M, N, O, P, Q bezeichnet werden (siehe obige Tabelle). Jede einzelne Bahn ist bestimmt durch eine Hauptquantenzahl n, die die Werte 1 bis 7 hat und der Reihe nach den 7 Schalen zugeordnet ist, außerdem aber gibt n die Anzahl von sogenannten Nebenquanten (l) an, welche ebenfalls die Bahn des Elektrons bestimmen. Die Haupt- und Nebenquantenzahlen (deren komplizierte mathematische Begründung hier selbstverständlich nicht behandelt werden kann) kennzeichnen das Schema, nach welchem die Besetzung der einzelnen Schalen mit Elektronen sich vollzieht, wobei l die sogenannten Untergruppen der Schalen angibt, deren Anzahl n bestimmt.

Der durch die Ordnungszahl (= Kernladungszahl = Elektronenzahl) gegebenen Reihenfolge nach füllen sich die Schalen und deren Untergruppen mit Elektronen an, wie es die obige Tabelle angibt. Ohne weitere Diskussion der naturwissenschaftlichen Hintergründe, die ohne fundierte Fachkenntnisse gar nicht möglich wäre, interessiert uns für die harmonikale Analyse lediglich die Besetzung der einzelnen Schalen bzw. Untergruppen, wie sie in der Tat auch Zweck dieser Tabelle ist.

Dabei zeigt sich ein sehr bemerkenswerter Sachverhalt. Die volle

Besetzung der Schalen (bei Element 2, 10, 18, 36, 54, 86) erfolgt mit den Ordnungszahlen dieser Elemente; diese Anzahlen aber hängen wiederum mit der angegebenen Längenformel der einzelnen Reihen ($2n^2$) zusammen, wobei nur zu beachten ist, daß manche Längen mehrfach vorkommen: 2, 8, 8, 18, 18, 32, deren abschnittsweise Addition die obigen Zahlen ergibt. Betrachtet man die Zahlen der Vollbesetzung als Partialtöne einer Obertonreihe mit Grundton c, so ergeben sich folgende Töne: c′, e″, d‴, d⁗, a⁗, (f⁗), wobei der letzte Ton ein ekmelischer ist, der also in unserem Tonsystem nicht vorkommt. Wesentlich aufschlußreicher erscheint jedoch die Besetzung der einzelnen Untergruppen, da hier von der Natur nur wenige, ständig wiederkehrende Anzahlen vorgesehen sind, nämlich mit abnehmender Häufigkeit: 2, 6, 10, 8 und 14 (die unvollständige 7. Periode wurde dabei nicht berücksichtigt). Diese Zahlen würden unter den genannten Bedingungen den Tönen c′, g″, e‴, c⁗ und (b‴ ekmelisch) entsprechen, was wegen der überragenden Häufigkeit der ersten drei Werte einer Dominanz des Durdreiklanges gleichkommt, der durch das ekmelische b (die sogenannte Naturseptime, die zufolge neuerer Untersuchungen einen guten Sonanzgrad hat [101]) zu einem Akkord vom Typ des Dominantseptakkordes ergänzt wird. Überblickt man die Menge der Einzelwerte, so fällt ferner auf, daß bei der Auffüllung der jeweils letzten Untergruppen nicht immer die erwartete Reihenfolge eingehalten wird, was unter anderem dazu führt, daß die Zahl 7 nur insgesamt viermal vorkommt, die Zahlen 9, 11 und 13 je einmal — überraschend vom harmonikalen Standpunkt aus wäre nur die Häufigkeit der ekmelischen Zahl 14 (22mal).

Diese letzte Zusammenstellung ermöglicht uns, nunmehr das auszusprechen, was eigentlich das wichtigste harmonikale Ergebnis dieser Analyse ist: es ist die unübersehbare, überwältigende Häufigkeit solcher Zahlen, aus denen die musikalischen Konsonanzen gebildet werden! Konsonanzen bilden nämlich ausschließlich die Zahlen 1 bis 6 (dazu als einzige Ausnahme die 8 für die kleine Sexte $^5/_8$), weshalb wir auch darauf verzichtet haben, die Zahlen 3, 4 und 5 gesondert zu erwähnen, zumal 8 und 10 als deren Verdoppelungen (höhere Oktaven) sowieso vorhanden sind. Beherrscht aber wird dieses Klangbild durch den Durdreiklang, der durch die Zahlen 2, 6 und 10 repräsentiert wird. Es ist dies ein Ergebnis, auf das K. L. Wolf zwar nicht selber gestoßen ist, das aber doch ganz seinem Denken entspricht; denn er weist verschiedentlich auf harmonikale Zusammenhänge hin [102] und bezieht sich, wie gesagt, häufig auf Kepler.

In engstem Zusammenhang mit dem Aufbau des Atoms stehen die

Spektren, die wir daher ebenfalls hier behandeln wollen, obschon sie auch der Physik zugeordnet werden könnten — wie denn überhaupt die Darstellung aller atomaren Vorgänge auch zur Physik gehört. Spektren entstehen durch prismatische Brechung des Lichtes, das von glühenden festen und flüssigen Körpern oder leuchtend gemachten Gasen und Dämpfen ausgeht. Dabei kommt es zu Erscheinungen, wie sie erstmalig durch Joseph von Fraunhofer (1787—1826) entdeckt wurden, der im Spektrum des Sonnenlichtes dunkle Linien (Absorptionslinien) fand. Sie sind daher nach ihm benannt worden. Victor Goldschmidt hat diese mit A bis H bezeichneten Linien, deren Wellenlängen genau bekannt sind, mit seinem Verfahren der Complication untersucht [103] und dabei folgende p-Werte ermittelt:

A	B	C	D	E	F	G	H
0	$^1/_3$	$^1/_2$	1	2	3	8	∞
	g″	c″	c′	c	F	C	

Es handelt sich wieder einmal um einfachste Intervalle, um Oktaven und Quinten.

Die Spektren fester und flüssiger Stoffe sind zusammenhängende Farbbänder wie zum Beispiel das Sonnenspektrum, während die von Gasen nur aus einzelnen Linien bestehen. Diese vereinfachte Beschreibung genügt für unser Vorhaben. Der harmonikale Bezug wird durch die Frage hergestellt, inwieweit zwischen den einzelnen Linien eines Spektrums Beziehungen existieren, die als Intervalle interpretiert werden können. Ein einfaches Beispiel bildet das Spektrum des Wasserstoffes, dessen Linien durch die Formel $x = R\,(1/n^2 - 1/m^2)$ bestimmt werden [104], in der R eine Konstante (Rydberg-Zahl) ist. Für die verschiedenen Teilbereiche des Spektrums, die sogenannten Serien, nehmen n und m unterschiedliche Werte an, und zwar sind

bei der Lymann-Serie (im ultravioletten Bereich): $n = 1$ und $m = 2, 3, 4, 5$ usw.
bei der Balmer-Serie (im sichtbaren Bereich): $n = 2$ und $m = 3, 4, 5, 6$ usw.
bei der Paschen-Serie (im ultraroten Bereich): $n = 3$ und $m = 4, 5, 6, 7$ usw.
bei der Brackett-Serie (im ultraroten Bereich): $n = 4$ und $m = 5, 6, 7, 8$ usw.
bei der Pfund-Serie (im ultraroten Bereich): $n = 5$ und $m = 6, 7, 8, 9$ usw.

Setzt man nun die Werte für die Lymann-Serie in die Formel ein, so ergeben sich folgende Lösungen:

$$\begin{aligned} x &= R\,(1-{}^1/_4) &&= R\cdot{}^3/_4 \\ &= R\,(1-{}^1/_9) &&= R\cdot{}^8/_9 \\ &= R\,(1-{}^1/_{16}) &&= R\cdot{}^{15}/_{16} \\ &= R\,(1-{}^1/_{25}) &&= R\cdot{}^{24}/_{25} \end{aligned}$$

Es handelt sich bei den zutage tretenden Proportionen um die Intervalle Quarte, große Sekunde, diatonischer Halbton und chromatischer Halbton; die weiteren Werte sind natürlich auch Proportionen, jedoch musikalisch ungebräuchliche; die Multiplikation mit R bedeutet lediglich eine Transposition. Auch in den anderen Serien müssen sich Proportionen als Ergebnisse einstellen, doch sind sie musikalisch kaum von Belang, wie sich schon bei der Balmer-Serie zeigt, wo $^5/_{36}$, $^3/_{16}$, $^{21}/_{100}$ usw. auftreten. Dagegen ist für die harmonikale Interpretation von größter Bedeutung die Tatsache, daß die hier verwendete Formel prinzipiell für *sämtliche* Atomkerne gilt (deren Ladung Z sei), jedoch nur für den Fall eines einzigen den Kern umkreisenden Elektrons; es handelt sich um ionisierte Atome, denen die anderen Elektronen entrissen wurden. Unsere Formel nimmt dann folgende Gestalt an:

$$x = Z^2 \cdot R\,(1/n^2 — 1/m^2)$$

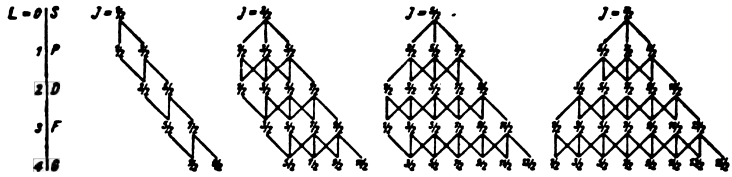
Es treten also die Serien des Wasserstoff-Spektrums in allen diesen Fällen ebenfalls auf, jedoch mit anderen Frequenzen bzw. Wellenlängen. Musikalisch bedeutet dies wiederum — wie schon bei der Konstante R — eine Transposition der Intervalle. Wennschon harmonikal nur die Werte der Lymann-Serie Bedeutung haben, so können aber diese auch auf die ionisierten Atome ausgedehnt werden.

Die weitere Erforschung der Spektrallinien ist ungemein kompliziert und kann in unserem Zusammenhang nicht dargestellt werden, auch nicht in vereinfachter Weise. Wir müssen uns daher darauf beschränken, einige wenige Fakten aus diesem Bereich herauszugreifen, in denen Proportionen vorkommen. Die folgenden Angaben und Tabellen entnehmen wir einem der grundlegenden Werke auf diesem Gebiet, dem Buch »Atombau und Spektrallinien« von Arnold Sommerfeld, der zum Beispiel für den Aufspaltungsfaktor g in Dublettsystemen folgende Tabelle angibt, in der l und j Quantenzahlen sind [105]:

	$j = 1/2$	$3/2$	$5/2$	$7/2$	$9/2$
$l = 0$	2				
1	$^2/_3$	$^4/_3$			
2		$^4/_5$	$^6/_5$		
3			$^6/_7$	$^8/_7$	
4				$^8/_9$	$^{10}/_9$

Daß die auftretenden Brüche größtenteils bekannte Intervalle, meist Konsonanzen sind, ist klar; ähnlich verhält es sich in der näch-

sten Tabelle, die für geradzahlige Term- (= Energiestufe) Systeme gilt:[106]



Für die höheren Term-Systeme hingegen ergibt sich im Zusammenhang mit der Intensität der Spektrallinien folgendes Proportionsschema, das überwiegend aus Quint- oder Dreiklangstrukturen besteht:[107]

Dublett-System	4 : 2 : 0
Triplett- „	5 : 3 : 1
Quartett- „	6 : 4 : 2
Quintett- „	7 : 5 : 3
Sextett- „	8 : 6 : 4
Septett- „	9 : 7 : 5
Oktett- „	10 : 8 : 6

Auch Untersuchungen der sogenannten Hyperfeinstruktur der Spektrallinien sind harmonikal bedeutsam. Wir meinen vor allem die sogenannte »Landésche Intervallregel«, deren Bezeichnung sofort harmonikale Assoziationen weckt, die nicht unbegründet sind; denn es handelt sich um die gesetzmäßige Erfassung der Abstände benachbarter Termniveaus, und dabei spielen tatsächlich Intervallproportionen eine große Rolle. Als Beispiele werden folgende Proportionen angegeben[108]: 2 : 1, 3 : 2, 5 : 4, 4 : 3 : 2 : 1, 6 : 5 : 4 : 3 : 2 : 1, 11 : 9 : 7, womit der harmonikale Grundcharakter erwiesen ist. Bemerkenswert ist aber, daß diese Regel bei Termen mit sehr großen Aufspaltungen zunehmend schlechter erfüllt wird und dafür systematische Abweichungen vorkommen. Dieser Sachverhalt entspricht also der von uns schon verwendeten Gegenüberstellung von »Norm« und »Gesetz«, die für die harmonikale Betrachtungsweise von grundsätzlicher Bedeutung ist.

Wir müssen zu diesem Thema leider auch eine Einschränkung machen. Diese betrifft die von Hans Kayser entwickelten sogenannten Tonspektren[109], mit denen er glaubte, eine wesentliche Analogie zwischen Spektralanalyse (also physikalischer Chemie) und Harmonik (Akustik) gefunden zu haben. Die Tonspektren sollten eine gegebene Vielzahl von Tönen, wie sie als Ergebnisse harmonikaler Analysen auf-

treten können, in einer Weise darstellen, daß sich das Aussehen eines Spektrums ergibt. Diese graphische Darstellung vollzog nun Kayser dadurch, daß er zum Beispiel eine Häufung von c-Werten in der Form senkrechter Striche nebeneinandersetzte, so daß diese Striche einen dikken schwarzen Balken bildeten; es entstand auf diese Weise über einer die Oktavdistanz darstellenden Linie eine Folge mehr oder weniger dicker Linienbündel, die dem Ganzen tatsächlich Ähnlichkeit mit einem Spektrum verleihen. Aber leider ist diese Ähnlichkeit nur einem Trugschluß zu verdanken; denn identische Töne dürfen natürlich nicht durch *nebeneinander* liegende Striche markiert werden; vielmehr müßten alle diese Striche an der gleichen Stelle gemacht werden. Das Nebeneinander von Strichen kann nur unterschiedliche Tonhöhen bedeuten, und breitere schwarze Balken wären daher ein Stück Glissando, nicht aber eine Häufung identischer Töne! Leider hat Kayser diese Methode auch in anderen Zusammenhängen angewendet, stellt beispielsweise Blattspektren [110] dar und entwickelt sogar ein akustisches Atommodell [111]. In allen diesen Fällen ist die Art der Darstellung falsch — nicht die harmonikale Gegebenheit — und da diese es ist, welche die Ähnlichkeit mit Spektren suggeriert, müssen wir dieses ganze Gebiet ausklammern.

Bisher sprachen wir vom Atom, und nunmehr wenden wir uns der Verbindung mehrerer Atome, also den Molekülen, zu. Damit kommen wir in das riesige Gebiet der chemischen Verbindungen, in welchem sich aber auch bestimmte einfache Prinzipien feststellen lassen, die der harmonikalen Betrachtung zugänglich sind. Hierzu gehört bereits die grundlegende Tatsache, daß dem räumlichen Aufbau der Moleküle ein Streben nach höchster Symmetrie zugrunde liegt [112], das sich vor allem in Zusammenhängen, Gruppierungen auswirkt, die uns unter dem Namen der »platonischen Körper« bekannt sind. Es handelt sich um die erstmals von Platon in seinem Dialog »Timaios« [113] beschriebenen fünf aus gleichen regelmäßigen Vielecken zusammengesetzten Körper der Geometrie: Tetraeder, Oktaeder, Hexaeder (Würfel), Ikosaeder, Pentagondodekaeder. Diese Körper (es gibt übrigens nur diese fünf!) sind durch folgende Zahlen gekennzeichnet:

Körper	Ecken	Flächen	Kanten
Tetraeder	4	4 Dreiecke	6
Oktaeder	6	8 Dreiecke	12
Hexaeder	8	6 Quadrate	12
Ikosaeder	12	20 Dreiecke	30
Pentagondodekaeder	20	12 Fünfecke	30

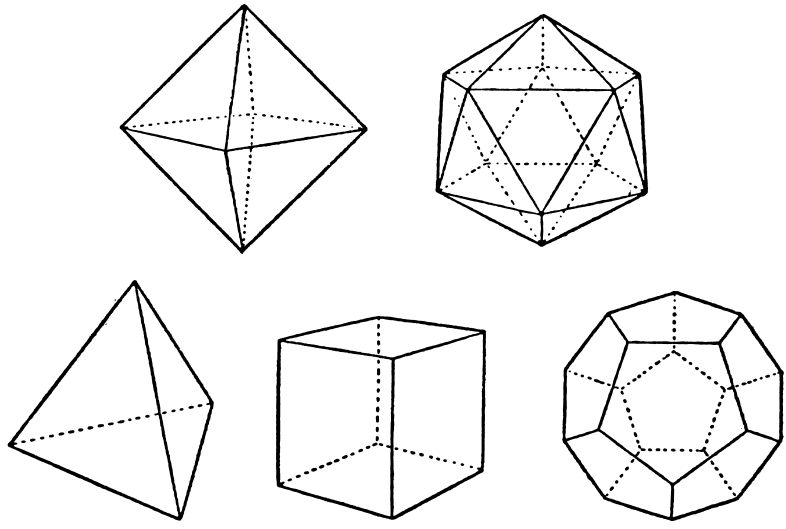


Abb. 3: Die fünf platonischen Körper (aus K. L. Wolf: Theoretische Chemie, Leipzig 1954, S. 25)

Die wenigen vorkommenden Anzahlen sind 4, 6, 8, 12, 20 und 30, und diese würden in einer Obertonreihe (auf c) folgende Töne bilden: c″, g″, c‴, g‴, e⁗, h⁗. Auch in diesem Fall dominieren die Töne des Dur-Dreiklanges.

Bei Molekülen mit *einem* Koordinationszentrum sind es vorwiegend Anordnungen der Atome, die den platonischen Körpern direkt entsprechen oder aber nahe verwandte Gruppierungen, wie die abgebildeten Beispiele zeigen, bei Molekülen mit mehreren Koordinationszentren kompliziert sich die Anordnung[114]. Entscheidend ist jedoch noch ein anderes Zahlengesetz. Auch die Zahl der unmittelbar benachbarten Atome in einem Molekül, die sogenannte Koordinationszahl, ist nicht willkürlich, vielmehr treten als Koordinationszahlen nur die Zahlen 4, 6, 8, 12 und 20 auf, wie Wolf nach Untersuchung von Hunderttausenden von chemischen Verbindungen festgestellt hat[115]. Das aber sind faktisch die gleichen Zahlen wie diejenigen, welche die platonischen Körper bestimmen; nur die 30 fehlt, so daß sich als harmonikale Lösung ausschließlich Töne des Dur-Dreiklanges ergeben! Man könnte jedoch die Töne auch in die tiefste Oktave transponieren, was den Zahlen 2, 3, 4, (3), 5 entspräche, und man erkennt, daß sich aus diesen Zahlen ausschließlich Konsonanzen bilden lassen, nämlich 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4, 3 : 5 und 4 : 5[116], Oktave, Quinte, Quarte, große Sexte und große

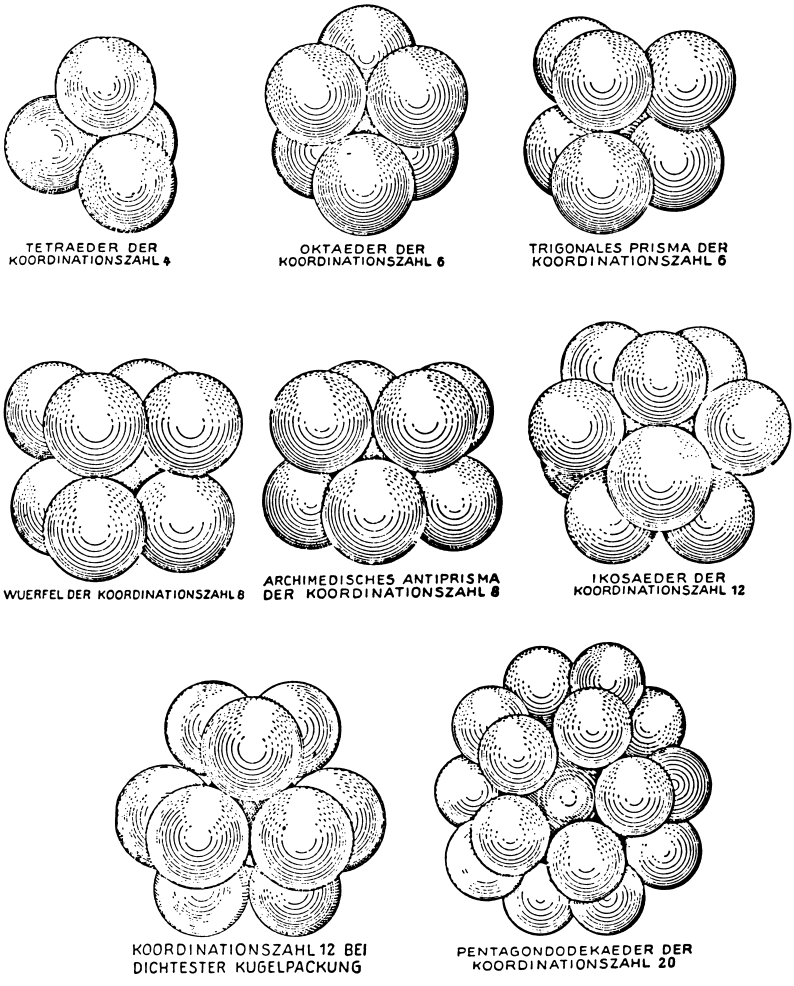


Abb. 4: Anordnung von Molekülen (aus K. L. Wolf: Theoretische Chemie, Leipzig 1954, S. 271—272)

Terz, also die optimalen Konsonanzen unserer Sonanzentabelle [117] und damit diejenigen, deren Zusammenfassung in der Diatonik Dur ergibt und die in gespiegelter Anordnung bei den Naturvölkern die früheste Tonalität bilden und ebenso das griechische Dorisch [118]. Eine exaktere Übereinstimmung mit den aus der Gehörsdisposition ableitbaren musiktheoretischen Grundlagen ist schlechterdings nicht vorstellbar!

Bei chemischen Verbindungen ist aber das Wesentlichste nicht die räumliche Anordnung der beteiligten Atome, sondern die qualitative Zusammensetzung der Atome, aus der sich die Anordnung eigentlich erst ergibt. Auch hier gilt ein Proportionsgesetz, das alle Verbindungen betrifft, nämlich das »Gesetz der konstanten und multiplen Proportionen«, das schon 1792 bzw. 1804 von Jeremias B. Richter und John Dalton erkannt wurde. Es beschreibt die Gewichtsverhältnisse, nach denen die verschiedenen Elemente in den chemischen Verbindungen vereinigt sind, und besagt, daß die Gewichte immer nur die gleichen der kleinsten charakteristischen Atomverbindung oder ganz wenige, durch einfache rationale Brüche voneinander unterschiedene, Verhältnisse haben können. Es handelt sich also um das quantitative Hauptgesetz für die Bildung von Molekülen überhaupt. Auch ohne Angabe von Zahlen ist der harmonikale Charakter des Gesetzes klar, da stets Identität (1 : 1) oder einfachste Proportionen vorhanden sein müssen. Was unter Gewichtsverhältnissen zu verstehen ist, sei an einem einfachen Beispiel, dem der Essigsäure[119], demonstriert, welche die chemische Formel $CH_3 \cdot COOH$ hat. Man analysiert diese Verbindung und stellt die Prozentzahl jedes Stoffes fest, die dann durch das Atomgewicht des betreffenden Stoffes dividiert wird; also in unserem Fall 40 % C, 6,67 % H, 53,33 % O, dazu die Atomgewichte 12, 1 und 16. Die Berechnung ergibt

$$\frac{40}{12} : \frac{6{,}67}{1} : \frac{53{,}33}{16} = 3{,}33 : 6{,}67 : 3{,}33 = 1 : 2 : 1$$

Das Ergebnis kann leicht harmonikal interpretiert werden. Darüber hinaus zeigt es aber noch etwas an. In der Formel $CH_3 \cdot COOH$ kommen die Buchstaben C, H und O jeweils zwei-, vier- und zweimal vor, also im gleichen Verhältnis wie im Analyseergebnis die Gewichtsverhältnisse. Die Analyse bildet also nicht nur die Basis für das Gesetz der multiplen Proportionen, sondern sie ist zugleich auch die Grundlage für die einfachste Form der chemischen Formeln, wie sie 1813/14 durch J. Jakob Berzelius entwickelt wurden. Und diese wiederum zeigt die Anzahl der Atome an, welche sich zu einem Molekül verbinden. Es lassen sich daher allein schon aus den Formeln die proportionalen Anteile verschiedener Elemente als Anzahlen von Atomen erkennen, womit die chemische Formelsprache zu einem ungeheuer großen Katalog von Proportionen wird, der jedoch für die harmonikale Interpretation bis jetzt noch gar nicht erschlossen wurde.

Physik ..... Das Kapitel über die Physik wird nicht sehr umfangreich werden — aus verschiedenen Gründen. Zunächst haben wir ja in früheren Kapiteln bereits Befunde untersucht, die eigentlich auch zur Physik gehören und in diesem Zusammenhang hätten besprochen werden können. Die Planetengesetze in der Astronomie gehören zur Mechanik, weshalb man oft von »Himmelsmechanik« spricht, und die Keplersche Entdeckung der Planetenharmonien hätte daher auch als Anhang zur Mechanik aufgefaßt werden können. Die Grundlagen der Quantentheorie wurden im Zusammenhang mit der Naturzahlenreihe erwähnt. Die Darstellung des Atoms schließlich, mitsamt den Ausführungen über Spektren, hätte genauso gut unter dem Aspekt der Physik erfolgen können. Es wurden also beträchtliche Teilbereiche der Physik vorweggenommen und sind daher hier nicht erneut zu behandeln.

Ein weiterer Grund ist der, daß eines der wichtigsten Gebiete der Physik, die *Akustik* nämlich, sozusagen den Rahmen unserer harmonikalen Vorgangsweise überhaupt bildet, insofern das Phänomen der Obertonreihe, die Tatsache der Naturtöne, überall dort wenigstens hineinspielt, wo von Intervallen und Proportionen die Rede ist; und selbst wenn man akustische Begründungen durch physiologische ersetzt — eines unserer Hauptanliegen —, müssen die akustischen Gegebenheiten zumindest erwähnt werden. Bei der Kristallographie haben wir auch schon das Lambdoma [120] vorgestellt. Es hat, wie erwähnt, für die Akustik eine analoge Funktion wie das periodische System der Elemente für die Chemie und wird daher in einem neuen amerikanischen Lehrbuch der Akustik folgerichtig als Grundlage der Ausführungen verwendet [121]. Denn das Lambdoma ist eine Tafel aller möglichen durch rationale Proportionen erzeugbaren Töne bzw. Intervalle, gegliedert in streng gesetzmäßiger Weise, die durch die Prinzipien der Obertonreihe und ihrer Spiegelung (auch Untertonreihe genannt) gebildet wird. Diese Gesetzmäßigkeit läßt sich überdies rein mathematisch formulieren; bei zugrunde liegenden Saiten- bzw. Wellenlängen ist in allen waagerechten Reihen der Zähler konstant, während der Nenner die Naturzahlenreihe von 1 nach ∞ durchläuft, in allen senkrechten Reihen hingegen ist der Nenner konstant, während der Zähler von 1 nach ∞ geht. Für das Lambdoma in Frequenzen gilt der umgekehrte Sachverhalt.

Wir müssen zum Gebiet der Akustik allerdings noch einige Nachträge liefern, zuerst das Problem der Klangfarbe betreffend, das schon sehr lange in engsten Zusammenhang mit der Obertonreihe gebracht wird. Wir erinnern daran, daß die bei jeder Tonerzeugung auftretenden Obertöne zwar stets dieselben sein müssen und auch immer das

gleiche Zahlengesetz zugrunde liegt, daß die einzelnen Partialtöne hingegen nicht alle mit gleicher Intensität auftreten und unter bestimmten Voraussetzungen einige sogar fehlen können; diese Unterschiede hängen von der Tonerzeugung bzw. von den Instrumenten ab. In neuerer Zeit hat sich dieser Standpunkt verändert, und man weiß jetzt, daß die Differenzen im Aufbau des Obertonspektrums keineswegs die einzige Ursache für die Klangfarbenunterschiede sind, sondern nur *eine* Komponente. Es ist nicht unsere Aufgabe, den gesamten Fragenkomplex hier aufzurollen, doch sei ein Aspekt herausgegriffen, die Tatsache, daß für die Klangfarbe sehr wesentlich auch die sogenannten Einschwingvorgänge sind, das heißt die Erscheinung, daß die verschiedenen für das betreffende Instrument typischen Partialtöne keineswegs zur gleichen Zeit, gleichsam akkordisch bei jeder Intonation vorhanden sind, sondern unregelmäßig »ansprechen«. Diese Unregelmäßigkeit ist bei jedem Instrument anders, sie kann zum Beispiel auch darin bestehen, daß einzelne Teiltöne sogar vor dem Grundton erklingen — natürlich alles in Bruchteilen von Sekunden und von uns bewußt nicht wahrnehmbar. Wir wollen nun aber vor allem auf die vielfach anzutreffende unrichtige Behauptung hinweisen, die Erkenntnis sei widerlegt, daß die Obertonreihe bei der Klangfarbenbildung den Ausschlag gebe; denn dabei übersieht man gänzlich, daß die Einschwingvorgänge, deren Wichtigkeit selbstverständlich unbestritten ist, ja ebenfalls die Partialtöne betreffen! Aus unserer Perspektive gesehen stellt sich das sehr komplexe Problem der Klangfarbe also so dar, daß die Obertonreihe in *zwei* Komponenten dabei mitwirkt, daß mithin nicht von einer Einschränkung ihrer Bedeutung in dieser Hinsicht die Rede sein kann, sondern im Gegenteil von einer wesentlichen Zunahme. Insofern ist also die Erscheinung unterschiedlicher Klangfarben wirklich engstens mit dem Obertonphänomen und seiner Gesetzmäßigkeit verbunden.

Zur Akustik gehört auch eine Entdeckung Ernst Friedrich Chladnis (1756—1827), des Schöpfers der experimentellen Akustik, der die Knotenlinien schwingender Platten dadurch sichtbar machte, daß er sie mit feinem Sand bestreute und mit einem Geigenbogen anstrich. Es ergaben sich dann auf den nur an einer Stelle festgehaltenen Platten durch Verlagerungen des Sandes Muster, die als »Chladnische Klangfiguren« in die Geschichte der Akustik eingegangen sind. Auf diese Weise können also Schwingungen zur Formenbildung verwendet werden, und das wäre schließlich auch ein harmonikales Problem. In neuerer Zeit sind die Versuche Chladnis mit modernsten technischen Mitteln wieder aufgenommen worden. Man hat dafür sogar einen eigenen zusammenfassenden Namen eingeführt: Kymatik. Hans Jenny[122] als

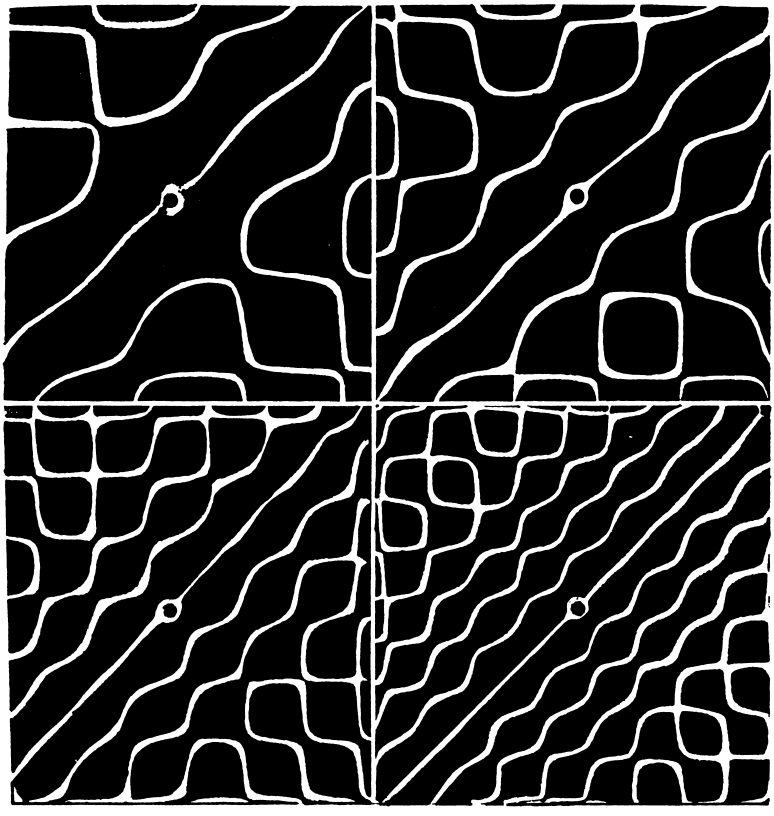


Abb. 5: Chladnische Klangfiguren (aus H. Jenny: Die Kymatik, in UNESCO-Kurier, Jg. 10, Nr. 12, Bern 1969, S. 6)

Urheber der Kymatik geht nicht nur methodisch wesentlich weiter als Chladni — wozu übrigens auch eine hochentwickelte Photographiertechnik gehört —, sondern auch hinsichtlich der untersuchten, das heißt in Schwingungen versetzten Materialien, wobei vor allem die Einbeziehung von Flüssigkeiten bemerkenswert ist. Jenny scheint sich des Zusammenhanges seiner Experimente mit der Harmonik zumindest insofern bewußt zu sein, als er in seinem neuesten Werk[123] auf die Geschichte harmonikalen Denkens verweist (Pythagoras, Platon, Kepler usw.) und auch das Wort »harmonikal« ständig verwendet. Eine Interpretation seiner Ergebnisse mit den Methoden neuzeitlicher Harmonik hat er aber offenbar nicht vorgenommen. Er ist inzwischen verstorben.

Wir wenden uns nun der *Optik* zu. Hier sei zunächst eine Mitteilung wiedergegeben, die unlängst als Pressenotiz[124] erschien: man habe an der Stanford University in Kalifornien ein Mikroskop entwickelt und nunmehr vorgeführt, das anstelle von Licht Ultraschall verwendet. Das bedeutet für unser Thema zweierlei: einmal die Tatsache der Einbeziehung des Ultraschalles in die Erforschung der Natur, so daß eventuell die Möglichkeit einer künftigen Harmonik auf Ultraschallbasis sich ankündigt, und zweitens ist diese Mitteilung ein weiterer Beleg dafür, daß eine Transposition stattfindet, nämlich vom akustischen in den optischen Bereich, und Transpositionen sind, wie wir schon öfter angemerkt haben, engstens mit dem Analogieprinzip verwandt, das für die harmonikale Denkweise so wichtig ist.

Es soll uns nun ein Problem beschäftigen, dessen Einbeziehung in die Physik etwas fragwürdig ist, die sogenannte »Farbenharmonik« oder, genauer formuliert, die Frage, ob bei Farben nicht auch eine harmonikale Betrachtungsweise möglich sein könnte. Problematisch ist, oder ob es sich um eine rein physiologische Angelegenheit handelt objektiven Natur verankert sind, so daß die Physik für sie zuständig ist oder ob es sich um eine rein physiologische Angelegenheit handelt bzw. um eine psychologische, wofür die Anthropologie zuständig wäre. Wir haben aber früher schon erklärt[125], daß eine Entscheidung der schwierigen Frage nach der objektiven Existenz der Farben von uns nicht erwartet werden kann, weshalb wir die Behandlung eines mit Farben zusammenhängenden Problems in Verbindung mit der Physik auch nicht als Präjudiz in dieser Hinsicht aufgefaßt wissen möchten. Es handelt sich jedoch bei dem nunmehr zu schildernden Sachverhalt um ein Detail, das tatsächlich unter physikalischem Aspekt behandelt werden muß.

Es geht um die Frage, ob es bei den Farben objektive Gesetze gibt, die als harmonikal bezeichnet werden können, so daß sich Analogien zwischen beiden Bereichen bilden lassen. Das Thema muß auch deshalb physikalisch eingeordnet werden, weil sich ein gesetzmäßiger psychologischer Zusammenhang zwischen Farben und Tönen bisher nicht hat nachweisen lassen, obwohl eine solche Vermutung äußerst naheliegend wäre. Es ist eine bekannte Tatsache, daß es Menschen gibt, die beim Anhören von Musik Farbvorstellungen, sogenannte Photismen, haben, und die auch einzelne Töne farbig empfinden bzw. sehen. Besonders Albert Wellek ist allen mit diesen Gegebenheiten in Verbindung stehenden Fragen lange und sorgfältig nachgegangen und hat aus seinen Untersuchungen viele interessante Folgerungen ziehen können[126]; nur eines konnte dabei nicht ermittelt werden: ein objektiver Zusammenhang zwischen bestimmten Tönen (bzw. Intervallen) und

bestimmten Farben. Die Phänomene sind von Person zu Person und von Fall zu Fall sehr unterschiedlich.

Aus diesem Grund können wir nur versuchen aufzuklären, ob sich in der Natur ein Ansatzpunkt für Gemeinsamkeiten in harmonikalem Sinn vorfindet. Auch dieses Problem ist nicht neu, und insbesondere wird immer wieder Isaac Newton zitiert[127], der den Versuch unternahm, die Farben des Sonnenspektrums mit den Tönen der diatonischen Tonleiter zu verbinden. Sein Ergebnis sieht wie folgt aus:

rot	orange	gelb	grün	blau	indigo	violett	
d	e	f	g	a	h	c	d
g	a	b	c	d	e	f	g

Fragen wir uns nach dem hinter dieser Zuteilung stehenden Prinzip, so müssen wir mit Enttäuschung feststellen, daß Newton nach einem sehr äußerlichen Gesichtspunkt vorgegangen ist; er teilte die Töne nämlich so ein, daß Halbtonschritte bei den schmalen Farbstreifen, Ganztöne hingegen bei den breiten zu liegen kamen. Das ist aber keine Naturgesetzlichkeit.

Wir brauchen keine weiteren historischen Beispiele in unseren Zusammenhang einzubeziehen, da sie sämtlich wissenschaftlich unhaltbar sind. Es gibt allerdings auch aus neuerer Zeit noch Bemühungen, irgendwelche Verbindungen zu ermitteln, so z. B. in einer Dissertation von Alfons Kiene[128], wo die Behauptung aufgestellt wird, daß die Zerlegung komplementärer Farbpaare stets den Farbdreiklang rot-gelb-blau ergibt und dieser wiederum einem musikalischen Dreiklang entspricht; leider weist die Darstellung musiktheoretische Mängel auf, so daß kein eindeutiges Ergebnis zustandekommt.

Eine andere Lösung wurde von August Aeppli[129] vorgeschlagen, der behauptet, daß über die Zahl π eine Verbindung zwischen Tönen und Farben besteht, und zwar soll der Ton c multipliziert mit π die am Anfang des Sonnenspektrums befindliche Farbe Rot ergeben. Abgesehen von der Frage, was von dieser Feststellung an Folgerungen zu erwarten wäre, enthält die Beweisführung verschiedene Fehler. So deutet schon die Beziehung auf den Ton c mit 128 Schwingungen darauf hin, daß der Verfasser offenbar absolute mit relativen Schwingungen verwechselt; denn der 128. Partialton der Obertonreihe auf c ist natürlich wieder ein c, welche Frequenz dieses aber wirklich hat, ist eine ganz andere Frage, die zudem von der mehr oder minder willkürlichen Festlegung des Kammertones abhängig ist. Es ergibt die Multiplikation von 128 mit π den Wert 402,12, und da das erwähnte Rot 402 Billionen Schwingungen haben soll, sei dies eben eine sehr auffällige Verbin-

dung, meint der Verfasser. Dabei hat er aber ganz übersehen, daß er nach an sich richtiger Ableitung der akustischen Basis aus der Obertonreihe (also aus einem Zusammenhang von Zweierpotenzen!) den Sprung in den Lichtbereich mit Zehnerpotenzen unternimmt — denn die Identifikation von 402 Billionen mit 402,12 ist ja nur möglich, wenn von den Billionen etliche Nullen gestrichen, also in Zehnerpotenzen abwärtsgegangen wird. Verfährt man harmonikal-akustisch korrekt nach Zweierpotenzen, so erhält man als echte Oktavtransposition eine ganz andere Farbfrequenz im Sonnenspektrum.

Diese Beispiele mögen genügen, um zu belegen, daß es keinen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen Farben und Tönen gibt — außer dem allbekannten, daß das Sonnenspektrum ziemlich genau eine Oktave Umfang hat. Nun ist aber ein für die Harmonik irgendwie relevanter Bezug zwischen Farben und Tönen unseres Erachtens nach auch gar nicht sinnvoll. Denn wir haben ja schon einleitend festgestellt, daß der Farbempfindung im optischen Bereich nicht die *Ton-*, sondern die *Intervall*empfindung im akustischen entspricht[130]. *Zwei* Töne sind es, die im Intervall verschmelzen und zur höheren Einheit der Intervallempfindung führen, die auch in beliebigen Transpositionen als solche wiedererkennbar ist. Aber auch stichhaltige, naturgesetzliche Zusammenhänge von Intervallen und Farben sind uns unbekannt. Die Frage nach harmonikalen Analogien im Farbbereich, ja nach der Möglichkeit einer Farbharmonik überhaupt, könnte allenfalls auch beantwortet werden durch etwaige Gegebenheiten, an denen zwei Farben beteiligt wären. Diese an sich logische Feststellung führt aber in eine ganz andere Richtung; denn die Intervallqualität ist etwas vom Einzelton prinzipiell Verschiedenes, während die Verschmelzung (= Mischung) zweier Farben lediglich zu einer neuen Farbe führt und somit nicht zu etwas prinzipiell Andersartigem. Ganz abgesehen davon fehlt das für die Harmonik so wichtige Grundphänomen der Transponierbarkeit von Farben. Man kann natürlich im optischen Bereich harmonikale Gesetze anwenden, und es existiert daher beispielsweise eine harmonikale Baukunst seit der Antike[131]. Man könnte also mathematisch Intervalle zwischen den Frequenzen bestimmter Farben des Spektrums bilden und dann diese Farben zusammenstellen (nicht mischen), also Farbharmonien bilden. Wir leugnen auch keineswegs die Existenz von Harmoniegesetzen bei den Farben, und so könnte es möglich sein, auch auf solche »harmonikale« Weise Farben zu kombinieren. Aber Harmonik ist dies dennoch nicht! Denn der Gegensatz zur bloßen Harmonie im künstlerischen Bereich (und um den allein geht es hier) ist doch vor allem der, daß in der Harmonik nicht nur Empfin-

dungen registriert, sondern auch zugehörige Zahlengesetze festgestellt werden, daß dementsprechend also zum Beispiel die Proportion einer Konsonanz auch zu einer Farbharmonie, die einer Dissonanz aber zu einem unangenehmen optischen Eindruck führen müßte. Das aber ist unseres Wissens nach noch nicht erforscht worden, wie denn andererseits »Harmonielehren« für Farben, wobei wir vor allem an die von Johannes Itten denken [132], auf ganz anderen Kategorien aufbauen. Mit diesen Überlegungen haben wir den Bereich objektiver Naturgesetze längst verlassen und sind aus der Physik in die Ästhetik gelangt; wir waren aber zu dieser Exkursion gezwungen, um vom negativen Ausgang unserer Fragestellung im physikalischen Bereich her wenigstens andeutungsweise in die Richtung weisen zu können, in der die anstehenden Probleme allenfalls weiterverfolgt werden könnten.

Wir sind damit bereits am Ende des Kapitels über die Physik. Neben den schon genannten Gründen möchten wir aber nun noch einige weitere anführen. Am nächsten liegt die Vermutung, daß es einfach an weiteren harmonikalen Befunden und Analysen aus dem Bereich der Physik fehlt. Das stimmt wörtlich — denn lägen solche vor, hätten wir sie gebracht. Es wäre also denkbar, daß wir im Laufe der Zeit weiteren Stoff vermittelt bekommen. Es könnte aber auch anders sein, und diese Vermutung sprechen wir deshalb aus, weil uns schon vor längerer Zeit ein der Harmonik durchaus zugetaner Physiker sagte, er kenne überhaupt keine harmonikalen Gesetze in der Physik. Und wir müssen auch zugeben, daß die von uns in diesem Kapitel zusammengetragenen Beispiele weitaus weniger fundamentale Bedeutung haben als die in den anderen Kapiteln. Ist dies nur Zufall?

Wir sind außerstande, diese Frage zu beantworten. Aber es hat doch den Anschein, daß nicht der Mangel an Analysen der alleinige Grund ist. Wir haben uns schon früher Gedanken über diesen auffallenden Umstand gemacht [133] und sind bis heute nicht weiter gekommen, können uns also nur wiederholen. Die Physik ist vor allem deshalb *die* klassische Naturwissenschaft, weil sie ihre Methoden am frühesten auf das Quantitative und Mechanische ausrichtete. Besonders aber stand immer *ein* Gesichtspunkt im Vordergrund: die Suche nach der Wirkursache, nach der causa efficiens. Und war eine Ursache gefunden, so galt es, deren Ursache zu suchen und dann wiederum die nächste. Sollte es vielleicht an diesen typischen physikalischen Methoden liegen, daß sich so wenig harmonikale Fakten ergeben? In der Astronomie war es die ganz andere, nämlich finale Fragestellung Keplers, die das harmonikale Ergebnis brachte, und es zeigte sich im voll ausgebauten Planetensystem, nicht bei dessen Entstehung. Auch die

Kristalle sind sozusagen Endergebnisse, deren Gesetze harmonikal interpretiert werden können. Sogar das Atom ist als Ganzheit ein Endzustand, kein Anfang. Sollten die harmonikalen Normen, vielleicht vorwiegend Endergebnisse, Ziele der Schöpfung sein? Können wir Keplers Denkweise[134], die ihm zu seinen großen Erfolgen verhalf, verallgemeinern? Noch wäre dies verfrüht, da wir erst die anorganische Natur behandelt haben, doch könnten uns diese philosophischen Gedanken in der Form einer Zwischenbilanz auf unseren weiteren Wegen nützlich sein.

Die belebte Natur

Allgemeines ..... Wenn wir uns nunmehr den Bereichen des Lebens zuwenden, so erwächst uns damit eine Aufgabe, die noch schwieriger erschöpfend zu lösen ist als die Erfassung harmonikaler Normen in der unbelebten Natur. Hier wie dort ist die harmonikale Interpretation auf vorhandene wissenschaftliche Ergebnisse angewiesen, deren Kenntnis ein zusätzliches Problem bildet, da die ständig zunehmende Produktion wissenschaftlicher Literatur sich umgekehrt proportional verhält zu der Möglichkeit, aus dieser schier uferlosen Fülle die harmonikal relevanten Schriften herauszufinden. Hinzu kommt aber in diesem Bereich die ungeheure Vielfalt an Gattungen und Arten sowohl bei den Pflanzen als auch bei den Tieren, deren jede unabhängig von den anderen harmonikale Spezifica haben könnte. Wer aber hat jemals nach solchen Merkmalen gesucht? Das morphologische Denken ist auch heute noch wenig verbreitet, so daß harmonikale Phänomene kaum in den Griff kommen und allenfalls als Randerscheinungen registriert werden. Das meiste dürfte noch unentdeckt sein, und die einschlägigen Untersuchungen bilden sicherlich Lebensaufgaben für viele Forscher — und deren Zusammenfassung wäre wiederum eine Lebensaufgabe für sich. Wir können daher angesichts der Fülle von Erscheinungen in der belebten Natur keine Vollständigkeit anstreben und nur mit wenigen Einzelbeispielen aufwarten.

Schon Hans Kayser hat darauf hingewiesen[135], daß die drei für das Leben wichtigsten chemischen Elemente, Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, bezüglich ihrer Kernladungen (Atomnummern) und Atomgewichte in einer sehr bemerkenswerten harmonikalen Beziehung zueinander stehen:

Element	H	C	O
Kernladung	1	6	8
Atomgewicht	1	12	16

Faßt man diese Zahlen als Partialtöne einer Obertonreihe auf, so ergeben sich folgende Töne: $1 : 6 : 8 = c : g'' : c'''$ und $1 : 12 : 16 = c : g''' :$

c''''. Beide Zahlenreihen bilden also gleiche Tonwerte, nur in verschiedenen Oktavlagen, und in beiden Fällen handelt es sich lediglich um die konsonantesten Grundintervalle, Oktave und Quinte (in bezug auf den Grundton).

Auch für ein zweites Grundgesetz des Lebens können wir Kayser folgen, der sich dabei auf die einschlägige Literatur bezieht [136], nämlich bei der Zahlengesetzlichkeit der Chromosomen. Diese bekanntlich für die Vererbung und Entwicklung der Pflanzen wie auch der Tiere und des Menschen entscheidenden Zellbestandteile treten in unterschiedlichen Anzahlen, Größen und Formen auf. Man hat in den Kernen der reifen Geschlechtszellen verschiedenster Tier- und Pflanzenarten die folgenden Anzahlen von Chromosomen gefunden: 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16, 18, 30, 84. Dabei ist interessant, daß die Zahlen 7, 11, 14 und 84 nur selten vorkommen; das aber sind in der Musiktheorie ekmelische Töne, deren Proportionen in die abendländischen Tonsysteme nicht aufgenommen wurden. Setzen wir die anderen häufiger vorkommenden Anzahlen in Töne um, wobei wir wieder eine Obertonreihen-Struktur annehmen, so ergeben sich folgende:

c, c', c'', g'', c''', d''', e''', g''', c'''', d'''', h''''

Bei der Vererbung bestimmter Eigenschaften gibt es ebenfalls Grundgesetze, die von Gregor Mendel (1822—1884) entdeckt wurden und auch seinen Namen erhielten, obwohl sie erst nach seinem Tod anerkannt wurden. Es handelt sich dabei um das Auftreten bestimmter Merkmale durch verschiedene Generationen hindurch in signifikanten Verhältnissen, die wir sogleich anhand einiger Beispiele angeben werden. Wichtig ist jedoch ein dabei vorauszusetzender Sachverhalt; diese Gesetze lassen sich nur bei gelenkter Zucht in der angegebenen Allgemeingültigkeit ermitteln, das heißt, es handelt sich hier wieder einmal um Normen, wie zum Beispiel auch beim Kristall, um wirkliche Grundgesetze, die durch hinzukommende andere Einflüsse verändert werden können. Daß die harmonikale Analyse häufig auf Normen stößt, dürfte also kein Zufall sein.

Von den Gesetzen, die Mendel entdeckte, interessiert uns zunächst die sogenannte Spaltungsregel. Diese besagt, daß — z. B. im Falle der Wunderblume — bei Kreuzung einer weißen mit einer roten Elternpflanze (P-Generation) zwar zunächst lauter rosa Farbmischlinge (F1-Generation) auftreten, dann aber bei deren Kreuzung in der nächsten Generation (F2-Generation) drei verschiedene Farben in Erscheinung treten, nämlich weiße, rosa und rote Blüten im Verhältnis 1 : 2 : 1. Das heißt: von je 4 Exemplaren der F2-Generation werden immer eines weiß, eines

rot und zwei rosa blühen, wobei wir auch beachten wollen, daß die Anzahl 4 die kleinste Gruppe bezeichnet, in der diese Gesetzmäßigkeit vollständig in Erscheinung tritt. Läßt man nun die F2-Generation sich weiter fortpflanzen, so werden die rosa Blumen wiederum im Verhältnis 1 : 2 : 1 gemischte Blütenfarben hervorbringen, so daß in dieser F3-Generation eine kompliziertere Zusammensetzung entsteht, nämlich weiß zu rosa zu rot im Verhältnis 6 : 4 : 6 bei einer Anzahl von 16 Exemplaren.

Neben diesem einfachsten Fall der Vererbung gibt es aber auch jenen der *dominanten* Vererbung eines Merkmales, was sich am Beispiel der Gartenschnecke demonstrieren läßt. Hier hat ein rotes und ein gelbes Elternteil keineswegs mischfarbige Kinder, vielmehr bleiben die rote und gelbe Farbe allein erhalten, jedoch im Verhältnis 3 : 1, also wieder bei einer Gruppe von 4 Exemplaren. Werden nun die Tiere der F1-Generation unter sich gekreuzt, erhält man wegen des dominanten Rot in der F2-Generation natürlich wiederum nur rote und gelbe Exemplare, und zwar im Verhältnis 6 : 2 (bei 8 Tieren), und in der F3-Generation ergibt sich bei 16 Exemplaren ein Verhältnis von 10 : 6.

Differenzierter werden die Kombinationen, wenn es sich um die Vererbung mehrerer Merkmale handelt. So kann bei der Gartenschnecke neben der Farbe auch noch die unterschiedliche Bänderung der Schale beobachtet werden, so daß in der F2-Generation 4 verschiedene Kombinationen auftreten, nämlich rot + bänderlos, rot + gebändert, gelb + bänderlos und gelb + gebändert; diese Verbindungen sind dann im Verhältnis 9 : 3 : 3 : 1 vorhanden bei 16 Exemplaren als kleinster Gruppe. Hier handelt es sich also um die Vererbung zweier dominanter Merkmale; in Beispielen, wo kein Merkmal dominant ist, käme bei Vererbung zweier Eigenschaften auf normale Weise ein Verhältnis von 6 : 3 : 3 : 2 : 1 : 1 zustande.

Es ist klar, daß mit zunehmender Anzahl von vererbten Eigenschaften weitere Komplizierungen eintreten müssen. Dazu nur ein Beispiel für die Vererbung von drei Merkmalen, wobei in der F2-Generation folgende Verhältnisse auftreten: 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1 bei einer Gesamtzahl von 64 Exemplaren. Eine weitere Diskussion der Problematik erscheint uns unnötig, da der Sachverhalt leicht zu überblicken ist.

Die harmonikale Analyse des mitgeteilten Zahlenmaterials ist ebenso einfach durchzuführen. Wenn wir die angegebenen Proportionen einzeln und oktavreduziert aufzählen, erhalten wir folgende Intervalle: 2 : 1 (Oktave), 3 : 2 (Quinte), 5 : 3 und 27 : 16 (große Sexten), 9 : 8 (große Sekunde), also überwiegend Konsonanzen mit auffälliger Vorherrschaft von Oktave und Quinte. Interessant ist aber noch etwas. Wir

haben nicht ohne Absicht darauf aufmerksam gemacht, daß in jedem Falle eine Grundanzahl von Exemplaren vorhanden ist, bei der sich das signifikante Zahlenverhältnis äußert; das scheint zwar selbstverständlich zu sein, doch sind auch diese Mindestzahlen harmonikal interpretierbar. Es treten nämlich auf die Zahlen 4, 8, 16 und 64, und das sind ausschließlich Potenzen der Zahl 2, also Oktavabstände, die (in der Obertonreihe) einen Zeugerton 1 voraussetzen würden. Nicht nur die dargestellten Mendelschen Gesetze sind also harmonikal strukturiert, sondern auch ihr Rahmen von Bezugseinheiten.

Wir glauben, mit den interpretierten Naturgesetzen wichtige Grundlagen der belebten Natur erfaßt und ihre harmonikale Beschaffenheit nachgewiesen zu haben. Wir wissen außerdem, daß viele biologische Vorgänge und Tatbestände eng mit chemischen und physikalischen Gesetzen verbunden sind, wennschon sich das Wesen des Lebendigen keineswegs mit chemisch-physikalischen Methoden erklären läßt. Nehmen wir aber die von uns bereits dargelegten harmonikalen Befunde aus der Chemie bzw. Atomphysik zu den hier interpretierten Gesetzen hinzu, so erweist sich die harmonikale Beschaffenheit biologischer Zusammenhänge als sehr wesentlich. Diese Feststellung gilt es mitzunehmen, wenn wir uns nunmehr den drei Bereichen der Biologie gesondert zuwenden; der Botanik, der Zoologie und der Anthropologie.

Botanik ..... Ein botanisches Naturgesetz, das sehr viele Pflanzen erfaßt und auf einfache Weise in Zahlen ausdrückbar ist, betrifft die Blattstellungen. Adolf Zeising (1816—1876) befaßte sich ausführlich mit diesem Thema[137], und später hat Kayser in seinem Buch »Harmonia Plantarum«[138] die gesamte Problematik zusammenfassend und ausführlich dargestellt, offensichtlich ohne Kenntnis der Ausführungen Zeisings, dafür unter Berufung auf weitaus neuere Fachliteratur. Dieses Buch Kaysers scheint seinem Titel nach prädestiniert, alle denkbaren harmonikalen Aussagen in der Botanik zu enthalten. Das ist aber keineswegs der Fall, da der Titel vielmehr auf Goethe verweist, der seine »Metamorphose der Pflanze« ursprünglich »Harmonia Plantarum« benennen wollte[139], und da Goethe die prinzipielle Entwicklung der Pflanzen philosophisch mit der berühmten Idee der Urpflanze als Leitbild darstellte, handelt es sich auch bei Kayser um eine harmonikale Ideenlehre. Kayser versucht nämlich, harmonikale Schemata zu entwickeln, die den verschiedensten Prinzipien im Pflanzenreich entsprechen, und seine sogenannten Hörbilder sind im Grunde genommen platonische Ideen. Eigentlich nur in Ausnahmefällen behandelt er auch die konkrete Natur mit den aus ihr ablesbaren Gesetzen.

Zur Veranschaulichung des Sachverhaltes der Blattstellungen stellt man sich am besten eine einfache Pflanze, eine Blume etwa, vor und betrachtet sie von oben, so daß der Stengel nur als kleiner Kreis in Erscheinung tritt; dann sieht man, wie sich rund um den Stengel die Blätter anordnen und untereinander Winkel bilden, welche eine bestimmte Gesetzmäßigkeit ahnen lassen. Dabei gibt es grundsätzlich zwei Arten der Blattstellung, die wirtelige und die wechselständige. Bei der wirteligen befinden sich mehrere Blätter an einem Knoten, bei der wechselständigen hingegen nur eines.

Bei der wirteligen Anordnung handelt es sich fast immer nur um Anzahlen zwischen zwei und sechs, das heißt um solche Zahlen, aus denen — faßt man sie als Intervallproportionen auf — ausschließlich Konsonanzen gebildet werden könnten; 7, 9 oder mehr Blätter sind Ausnahmen. Ferner stehen die Blätter benachbarter Knoten am Stengel nie genau senkrecht übereinander, sondern sie sind so angeordnet, daß die Winkel der Blätter des einen Knotens von denen des nächsten halbiert werden, so daß sich stets das Verhältnis 1 : 2 bilden läßt, also die Oktave.

Um kompliziertere Zusammenhänge handelt es sich bei den wechselständigen Pflanzen. Auch hier stehen die Einzelblätter der verschiedenen Knoten nicht übereinander, sie bilden vielmehr eine Schraubenlinie um den Stengel herum, so daß irgendwann ein Blatt wieder in die Ausgangsstellung kommt, also senkrecht über dem ersten Blatt steht; von diesem an beginnt die nächste Schraubenwindung. Diese spiralige Verteilung der Blätter kann aber unterschiedliche Verläufe annehmen. Im einfachsten Fall steht das nächste höhere Blatt 180° vom ersten entfernt, dann befindet sich das dritte bereits wieder genau über dem ersten, weshalb auf einen Umlauf zwei Blätter entfallen, und dieser Tatbestand wird durch den Bruch $^1/_2$ sinngemäß ausgedrückt (und außerdem sind 180° Winkelabstand von Blatt zu Blatt die Hälfte des Vollkreises, also auch $^1/_2$). Kommen drei Blätter auf eine Rundung der Spirale, so entspricht dies dem Verhältnis $^1/_3$, und dann sind zwischen den Blättern 120° Abstand. Es ist aber auch möglich, daß die Ausgangsstellung erst nach zwei Umrundungen des Stengels wieder erreicht wird; dies ist zum Beispiel dann der Fall, wenn sich fünf Blätter im Winkelabstand von 144° zueinander befinden, da 5 dieser Winkel zusammen 720° ergeben, was zwei Vollkreisen entspricht. Die kennzeichnende Proportion wäre $^2/_5$.

Wir haben mit obigen Beispielen zugleich die drei einfachsten Fälle von wechselständigen Blattstellungen erwähnt. Als nächstes gibt Zeising mit konkreten Beispielen aus der Botanik folgende Reihe von Brüchen an: $^1/_2$ $^1/_3$ $^2/_5$ $^3/_8$ $^5/_{13}$ $^8/_{21}$ $^{13}/_{34}$ $^{21}/_{55}$ usw.

Diese Reihe wird »Hauptreihe der Blattstellungszahlen« genannt, deren Glieder ab $^{5}/_{13}$ allerdings seltener auftreten. Der harmonikale Bezug ist durch die Proportionen gegeben, die nacheinander Oktave, Duodezime, große Terz + Oktave, Quarte + Oktave usw. bilden.

Betrachtet man die Zähler und die Nenner der Brüche getrennt, so bilden sie die Zahlenfolge 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 usw., die sogenannte Fibonacci-Reihe, ein rationales Annäherungsverfahren für den irrationalen »Goldenen Schnitt« (GS).* Dieser Zusammenhang ist für Zeising wichtig, da es ihm darum geht, um jeden Preis den GS in der Natur nachzuweisen. Er macht sich aber den komplexen mathematischen Zusammenhang einfach, indem er nur von folgender Gegebenheit ausgeht: die Anzahlen der Blätter pro Schraubenwindung am Stengel von Pflanzen (vgl. obige Beispiele) sind 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 usw. — er unterläßt also den Bezug auf die Anzahl der Umläufe und erhält damit sofort die von ihm benötigte Reihe.

Auch F. Xaver Pfeifer behandelt die Blattstellungen in ähnlicher Weise, doch dehnt er die Untersuchung auf die Divergenzen (= Anzahl pro Windung, unsere obigen Brüche) von Coniferen-Zapfen aus [140], bei denen es sich um etwas völlig Analoges handelt, nämlich um die Anzahl der Schuppen im Verhältnis zu den Umläufen. Er beruft sich dabei auf eine Arbeit von A. Braun »Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen« [141] und gibt aus dieser zwei Beispiele an. Zuerst handelt es sich um 41 Zapfen von Pinus larix, unter denen 2 die Divergenz $^{5}/_{13}$ haben, 34 $^{8}/_{21}$, 4 $^{13}/_{34}$ und 1 $^{11}/_{29}$. Das zweite Beispiel betrifft Pinus alba, wo unter 39 Zapfen 27 mit der Divergenz $^{5}/_{13}$, 3 mit $^{8}/_{21}$, 7 mit $^{13}/_{34}$ und 2 mit $^{5}/_{18}$ vorkommen. Abgesehen davon, daß auch Pfeifer mit diesem Zahlenmaterial den GS nachgewiesen zu haben vermeint, handelt es sich tatsächlich zumeist wieder um Glieder der Hauptreihe der Blattstellungszahlen, diesmal in einem höheren Bereich als bei den von uns schon behandelten Pflanzen. Es zeigen sich jedoch auch Ausnahmen, nämlich die Brüche $^{11}/_{29}$ und $^{5}/_{18}$ — wobei gerade letzterer noch harmonikal deutbar wäre (kleine Septime + Oktave), während der andere nur ekmelische Werte enthält. Ausnahmen soll es nach Braun übrigens 3 % geben, doch gibt es interessanterweise ganze Wälder oder einzelne Bäume, die vorzugsweise Anomalien hervorbringen. Ein ähnlicher Sachverhalt wie bei den Zapfen existiert auch bei den Ananas, und

---

* Die hier und in den folgenden Kapiteln wiederholt angedeutete Problematik um den sogenannten »Goldenen Schnitt« erfährt im Anhang eine umfangreichere Würdigung und kann daher vorerst undiskutiert bleiben. Dort wird auch die erwähnte Fibonacci-Reihe noch ausführlicher dargestellt.

P. B. Onderdonk stellt dazu fest[142], daß Ananasfrüchte überwiegend 8, 13, 21 Reihen von Früchtchen haben, weniger oft kommt die Gruppierung 5, 8, 13 vor; die Suche nach der Kombination 13, 21, 34 schlug fehl. Die Zahlen geben die Windungen von Spiralen an, doch wird leider nicht mitgeteilt, wie viele Früchtchen jede Windung enthält, so daß es sich nicht um echte Divergenzen handelt.

Wir wollen nun über ein Beispiel von Zellteilung berichten, das F. Moewus[143] dargestellt hat. Es betrifft die Grünalge Protosiphon botryoides, bei deren Zucht und Kreuzungen die Zellkerne gezählt wurden. Je nach dem Alter, in dem die Zählungen vorgenommen wurden, kamen normalerweise 4, 8, 16, 32, 64, 128 Zellkerne vor, von denen 50 % weiblich und 50 % männlich sind. Bei bestimmten Kreuzungen wurden jedoch abweichende Zahlen festgestellt. Wenn die Geschlechtszahlverhältnisse 2 : 1 oder 1 : 2 sind, dann befinden sich in den Zellen 6, 12, 24, 48, 96 Kerne, und wenn sie 4 : 1 oder 1 : 4 betragen, dann kommen 10, 20, 40 und 80 Kerne vor. Dies ist nun ein harmonikal hochinteressanter Sachverhalt. Ähnlich wie bei den Mendelschen Gesetzen[144] gibt es hier eine Art Rahmen aus Oktaven eines angenommenen Grundtones 1; denn die Verhältnisse 1 : 4, 1 : 2, 2 : 1 und 4 : 1 sind höhere oder niedrigere Oktavwerte. Noch aufschlußreicher sind aber die Anzahlen der Kerne. Faßt man die Zahlen als Töne einer Obertonreihe auf, so ergeben sich drei Oktavreihen aus unterschiedlichen Tonwerten; nehmen wir als Grundton 1 c an, so sind die Zahlen 4, 8, 16 usw. dessen höhere Oktaven, 6, 12, 24 usw. sind Oktaven des 3. Partialtones g, und 10, 20, 40 usw. sind solche des 5. Teiltones e. Damit aber haben wir eine regelrechte Dreiklangsstruktur; denn die Töne c, e und g bilden den Durdreiklang, und um lauter Oktaven dieser Töne handelt es sich. Natürlich sind das keine echten Zusammenklänge, da sich die Zahlenreihen gegenseitig ausschließen, doch liefert eine ganzheitliche Betrachtung das angeführte Ergebnis.

Weniger genaue Angaben sind uns leider über *Formen* von Pflanzen bekannt, doch ist es natürlich schwer, auf diesem Gebiet überhaupt Quantitäten festzustellen. Kaysers Versuche einer harmonikalen Deutung der Pflanzenform, seine Ausführungen über Blatt- und Blütenformen[145] sind ausschließlich ideeller Natur und gehören nicht auf die Ebene der Erscheinungen. Immerhin macht er im Zusammenhang mit der Behandlung der Blüte auch einige Bemerkungen über deren Struktur und nennt dabei einige Zahlen, die wir wiedergeben wollen.

Er stellt unter Bezugnahme auf die einschlägige Literatur fest[146], daß im Aufbau der Blüte einfache Zahlen dominieren, nämlich 2, 3 und 5, insbesondere jedoch bei den wirteligen Pflanzen. Wieder einmal handelt es sich also um solche Zahlen, deren Proportionen ausnahms-

los Konsonanzen bilden. Anstelle einer Aufzählung von Beispielen geben wir eine Tabelle wieder, die Kayser nach Angaben von H. Emch [147] angefertigt hat und in seiner »Harmonia Plantarum« abbildet: [148]

Name	Kelch	Blatt-krone	Staub-gefäße	Fruchtknoten	Frucht	Stengel, Anatomisches, Blattstellung
1. Roßkastanie	5	5	7	dreiteilig	ursprünglich dreiteilig	Blätter 5-7-zähl. gefingert, Blattstellung: Kreuzstellung
2. Milchstern	3	3	3 + 3	dreifächerig	dreifächerig, 6 Rippen	Gefäßbündel gleichmäßig verteilt
3. Esche	4	4	2	zweifächerig mit je 2 Samenanlag.		unpaar gefiedertes Blatt Kreuzstellung
4. Kürbis	5	5	'15	dreiteilig	Beerenfrucht mit 6 fleischigen Placenten	
5. Rose	5	5	30 in 3 Ringen			5 oder 7-teiliges Blatt Blattstellung $^2/_5$
6. Pfaffenhütchen	4	4	4	vierteilig	vierteilig	Stengel vierkantig Kreuzstellung
7. Taubnessel	5	2 seitig symtr.	4	zweigespalten	4 Nüßchen	Stengel vierkantig Kreuzstellung
8. Baldrian	15	5	3	Von 3 Fruchtblättern bleibt nur eines fertil	Papus fünfzehnzählig	
9. Einbeere	4	4	8	4 Griffel	4 Fächer mit je 2 Samen	4 Blätter z. e. Wirtel
10. Wegerich	4	4	4	vierteilig	Fruchtstand entspricht der Blattstellung = $^2/_5$	
11. Waldmeister	4	4	4		Frucht zweiteilig	8 Quirlblätter
12. Sauerdorn (Berberitze)	6	6	6	In den Blattwinkeln	3 Dornen, Blüten-, Frucht- und Blattstand $^2/_3$	
13. Wiesensalbei	5	2	2	zweiteilig	vierteilig	Stengel vierkant.
14. Brombeere	5	5	50—60	viele	Blatt fünfteilig. Stengel fünfkantig. Blattstellung $^2/_5$	
15. Linde	5	5	40	fünfteilig, 5 Fächer mit 2 Samen		Blattstellung = $^1/_2$
16. Mauerpfeffer	5	5	10	zweiteilig	5 Früchte	

Die Zahlen der Tabelle sprechen harmonikal für sich selber. Ergänzt werden diese Angaben durch weitere Ausführungen von Emch,

die Kayser zitiert [149] und die wir anstelle weiterer Bemerkungen zu diesem Thema ebenfalls wiedergeben wollen:

Der berühmte Naturforscher Linné stellte bekanntlich sein künstliches Pflanzensystem auf, in dem er bis zu einer gewissen Grenze Rücksicht auf die Anzahl der Staubgefäße nahm. Die Pflanzen mit einem Staubgefäß gehören in die erste Klasse, die mit zwei Staubgefäßen in die zweite usw. Die Willkürlichkeit dieser Einteilung ist nicht so groß, wie man glauben möchte. Ganze natürliche Verwandtschaften lassen sich in dieselbe Klasse einreihen. Aber während zur dritten, fünften und achten Klasse ganze Armeen gehören, finden wir die siebente und neunte Klasse äußerst spärlich besetzt. Betrachten wir die Abstammung und die Verwandtschaft der Pflanzen, welche zur siebenten und neunten Klasse gehören, so kommen wir zudem noch auf die Vermutung, daß diese Pflanzen durch Variation zu den sieben bzw. neun Staubgefäßen gelangt sind, oder daß es früher einmal überhaupt keine Pflanzen mit der fraglichen Anzahl Staubgefäßen gegeben hat. So gehört z. B. der Wasserliesch mit neun Staubgefäßen zur Familie der Froschlöffelgewächse, welche sechs Staubgefäße aufweisen. Was bedeutet der Ausschluß der Zahlen 7 und 9? Die Versuchung liegt nahe, an die oben erwähnte Hauptreihe der Blattstellung (1, 2, 3, 5, 8...) zu denken. Darin fehlen 7 und 9, aber auch 4, 6 und 10. Diese letzteren Zahlen können indessen durch Verdopplung der Zahlenelemente 2, 3 und 5 [!] entstanden sein. Alle Lippenblütler mit Ausnahme von Salvia und Wolfstrapp haben 6 Staubgefäße (4+2). Die Ausnahmen besitzen nur 2. Dies deutet auf eine Verdopplung, welche beim Milchstern direkt zu erkennen ist (Nr. 2 der Tabelle). Auf eine Verdopplung, wenigstens für Kelch und Blumenkrone, weist auch Nr. 3, die Esche. Vervielfältigung würde beim Kürbis Nr. 4 und bei der Rose Nr. 5 zu verzeichnen sein. Die Vierteilung ist strengstens durchgeführt beim Pfaffenhütchen, Evonymus europaeus. Durch eine Hautausscheidung wird der junge Stengel vierkantig. Bei der Taubnessel, Lamium album, besteht neben der 2-Teilung noch eine 4- und 8-Teilung. Merkwürdigerweise beträgt die Anzahl der Kelchblätter 5. Die Blütenkrone ist zweiseitig symmetrisch. Der Mauerpfeffer, Sedum acre, Nr. 16, läßt 5- und 2-Teilung erkennen; man braucht sich darum nicht stark zu verwundern, neben 5 Kelch- und 5 Blumenkronblättern 10 Staubgefäße zu finden. Das Nebeneinanderbestehen von zwei Teilsystemen führt zur Verdopplung und Vervielfältigung... Für die Mutation liefert die Einbeere, Paris quadrifolia, Nr. 9, ein ausgezeichnetes Beispiel. Diese Pflanze gehört zu den Liliaceen, welche die ausgesprochenste Sechsteilung aufweisen. Bei der Einbeere ist aber die strengste 4- und 8-Teilung durchgeführt. Ausnahmsweise kann es vorkommen, daß der Blattquirl am Stengel mehr oder weniger Blätter hat als vier. Nach dieser Bestimmungszahl richtet sich dann auch die Anzahl aller anderen Blütenelemente. Bei den Liliaceen besteht neben der 3-Teilung auch noch die 2-Teilung. Bei der vierblättrigen

Einbeere ist die 3-Teilung unterdrückt und durch Verdopplung des allein mächtigen zweiteiligen Typus gelangt die Pflanze zur ausgesprochenen 4-Teilung.

Zoologie ..... Die Frage nach der Form, den Abmessungen der Gestalt, konnten wir bei den Pflanzen nur unzureichend beantworten. Bei den Tieren ist an sich die Problematik die gleiche, doch gibt es einige Untersuchungen von Pfeifer, mit denen er, wie wir schon andeuteten, die Existenz des Goldenen Schnittes nachweisen will, die aber in Wahrheit Intervallproportionen zutage fördern. Einige der von ihm wiedergegebenen Tabellen sollen dies beweisen. Zunächst eine (gekürzte) Aufstellung des Verhältnisses von Flügellänge zu Körperlänge bei Libellulinen [150]:

Art	Verhältnis	Art	Verhältnis
Agrion tuberculatum	1 : 2	Aeschna hamata	5 : 8
Libellula bimaculata	2 : 3	Aeschna picta	5 : 8
Aeschna affinis	2 : 3	Agrion forcipula	8 : 13
Aeschna grandis	2 : 3	Agrion viridulum	13 : 21
Aeschna virens	3 : 5	Agrion interruptum	21 : 34
Aeschna hamata	3 : 5	Agrion Pumilio	34 : 55

Es handelt sich also um verschiedene Arten aus der Gattung der kleinen Libellen, und die Tabelle weist nach, daß jede Art durch eine andere Proportion gekennzeichnet ist. Harmonikal ist bemerkenswert, daß es sich wieder einmal größtenteils um Konsonanzen handelt und auch die ekmelischen Proportionen in den Bereich der Sexten fallen. Pfeifer ordnet die Ergebnisse so, daß sich Glieder der Fibonacci-Reihe ergeben, und hält das Ganze für einen Nachweis des GS — ein Scheinbeweis, der uns nicht zu interessieren braucht. Das gleiche Verfahren liegt auch der folgenden Tabelle zugrunde, in der es sich um das Verhältnis von Vorder- zu Hinterkörper handelt (ebenfalls bei Libellulinen) [151]:

Art	Verhältnis	Art	Verhältnis
Astroma chloropterum	1 : 1	Libellula depressa	2 : 3
Chiropacha gilva	1 : 1	Libellula conspurcata	3 : 5
Mantis oratoria	1 : 1	Libellula depressa	5 : 8
Libellula quadrimaculata	1 : 2	Libellula coccinea	8 : 13
Libellula cancellata	1 : 2	Dactylotum bicoloratum	13 : 21
Libellula coerulescens	1 : 2	Mantis sublobata	21 : 34

Ein Gebiet, das von Natur aus harmonikal ist, wennschon es sich dabei nicht um zutage tretende Proportionsgesetze handelt, ist die »Sprache« der Tiere — was auch immer darunter verstanden werden mag; denn dieser Begriff ist vieldeutig, wie sich zeigen lassen wird. Natürlich steht in erster Linie der Vogelgesang zur Debatte, über den es zahlreiche Untersuchungen gibt. Uns kann hier nur das Prinzipielle beschäftigen, das wir vor allem dem Buch von Heinz Tiessen »Musik der Natur« [152] entnehmen. Basis aller einschlägigen Forschungen ist die Tatsache, daß der Gesang der Vögel in Noten aufgezeichnet werden kann, daß es sich also um »Musik« handelt, die mit der der Menschen weitgehend übereinstimmt, was keineswegs selbstverständlich sein müßte.

Die meisten Vögel sind auf einige wenige »Rufe«, auf knappe motivische Äußerungen beschränkt, wobei sich Rangstufen bilden lassen, an denen unter anderem auch erkennbar ist, daß sich eine rhythmische Differenzierung entwicklungsgeschichtlich »früher« einstellt als eine solche der Intervallbildung. Das höchste Vortragstalent besitzt die Nachtigall, die feinste dynamische Abstufungen, Tempowechsel usw. beherrscht und es geradezu zur Virtuosität bringt. Die größte Erfindungsgabe jedoch zeichnet die Drossel aus, vor allem die Schwarzdrossel oder Amsel, die sozusagen als Komponist schlechthin unter den Vögeln gelten könnte. Die Untersuchung ihres Gesanges ist besonders aufschlußreich; denn in den Melodien der Amsel lassen sich Harmoniebrechungen und Quintverwandtschaft nachweisen, außerdem gibt es Dur und Moll, wobei Dur deutlichen Vorrang hat. Es kommen jedoch auch hochkomplizierte Melodien vor, die nahezu atonal sind, wobei von großer Wichtigkeit ist, daß es Aufzeichnungen von Amselgesängen aus dem 19. Jahrhundert gibt, die bereits eine Kompliziertheit aufweisen, wie sie viel später erst, etwa in der »Salome« von Richard Strauß, in der menschlichen Musik zu verzeichnen ist [153].

Diese Feststellung ist sehr wesentlich für die Klärung der Frage nach der Herkunft des Vogelgesanges. Anders formuliert lautet diese Frage, ob der Vogelgesang etwa nur Nachahmung menschlicher Musik sei, oder ob er sich selbständig entwickelt haben kann — wie denn andererseits die Frage, ob Vögel überhaupt zur Nachahmung in diesem Sinne befähigt sind, ebenfalls erst untersucht werden mußte. Heute weiß man darüber genauer Bescheid. Man hat nachgewiesen [154], daß zum Beispiel ein Star einen Kuckuck nachahmte, aber eine Oktave höher. Die Pfiffe eines Schäfers an seinen Hund wurden von einer Haubenlerche imitiert, und zwar musikalisch reiner, als das Vorbild es war. Wellensittiche können gegebene Intervalle sogar in andere Ton-

lagen transponieren. Nachahmung menschlicher Musikäußerungen ist also sehr wohl möglich, doch zeigt sich an den Beispielen, daß bei den Vögeln eine gewisse »Musikalität« vorhanden ist, die sie zusätzlich selbständig anzuwenden in der Lage sind. Es ist in diesem Zusammenhang aufschlußreich, daß der Verhaltensforscher Walter Neuhaus, der diese Beispiele zusammengestellt hat, aus der angeborenen Musikalität der Vögel den Schluß zieht, daß es sich auch beim Menschen diesbezüglich um angeborene Dispositionen handeln könne. Diese Bemerkung trifft zu, wie wir bereits wissen, da wir gerade die inzwischen nachgewiesenen Dispositionen des menschlichen Gehörs an den Anfang unserer harmonikalen Naturbetrachtung stellten [155].

Der Vogelgesang ist die uns weitaus am besten bekannte »Sprache« der Tiere, doch gibt es noch verschiedene andere Lautäußerungen, und unter diesen haben sich vor allem zwei als für die Wissenschaft interessant erwiesen: die Sprache der Fische und die der Bienen. Die Meinung, daß die Fische stumm seien, ist längst überholt, und heute gibt es Schallplatten mit der »Sprache« der Fische [156]; diese sind durch Transponieren entstanden, da die Lautäußerungen der Fische in den Bereich des Ultraschalles gehören. Transpositionen in den Hörbereich sind echt harmonikale Operationen, da ja schon seit dem Altertum die Vorstellung von Sphärenharmonien auf der unbewußten Voraussetzung einer Übertragung dieser ideellen Klänge in den Hörbereich beruhte und auch die neuzeitliche harmonikale Naturerforschung seit Kepler mehr oder minder selbstverständlich auf derartigen Transpositionen beruht. Nun handelt es sich freilich bei den Fischen nicht um musikalisch sinnvolle Äußerungen, und von einem Vergleich mit dem Vogelgesang kann keine Rede sein. Die Forschungen sind auch zu jung, um weiterreichende Schlußfolgerungen ziehen zu können, und eine harmonikale Interpretation kann daher noch nicht stattfinden.

Um einen ähnlichen Sachverhalt handelt es sich bei der sogenannten Bienensprache. Darunter hatte man früher verschiedene Tanzformen verstanden, mit denen die vom Flug heimkehrenden Bienen ihre Stockgenossinnen über Richtung, Entfernung und Qualität von Futterquellen informierten. Heute weiß man, daß zu den Bewegungen auch Töne hinzukommen, und man nimmt sogar an, daß diese akustischen Signale schon vor den Tanzbewegungen ausgebildet waren. Harmonikal läßt sich zu diesen Naturlauten zur Zeit ebensowenig ein Zugang finden wie zur Sprache der Fische, doch sollte auch dieses Gebiet zur Abrundung unseres Themas wenigstens erwähnt werden.

Und noch eine dritte Gegebenheit sei an diese beiden Äußerungsarten aus der Tierwelt angeschlossen. Es handelt sich um eine bei Insek-

ten verbreitete Form der Mitteilung, die über Aufnahmeorgane führt, welche mit dem, was wir uns unter einem Ohr vorzustellen pflegen, kaum noch etwas zu tun haben. Es sind das die sogenannten Subgenualorgane, die deshalb so benannt wurden, weil sie sich unterhalb des Knies befinden[157]. Diese Tiere hören sozusagen mit dem Unterschenkel; dieser ist jedenfalls das Übertragungsglied für Schwingungen, die vom Erdboden kommen und von Artgenossen erzeugt werden. Um minimale rhythmische Vibrationen, winzige Erdbebenwellen gleichsam, handelt es sich, die als Signale und Informationen dienen, und die genannten Empfangsorgane sind von unwahrscheinlicher Feinheit: wäre ein solches Tier so groß wie Europa, würde es mit seinen Subgenualorganen noch Bodenschwankungen von wenigen Millimetern aufnehmen können! Auch hier könnte es sich um eine Erweiterung der Harmonik handeln, zumal Kayser schon früher eine harmonikale Hypothese zur Deutung der Entstehung von Gebirgen formuliert hat[158], die auf Erdbebenwellen beruht.

Um Rhythmen handelt es sich auch bei unserem nächsten Beispiel. Die medizinische Forschung hat vor noch nicht allzu langer Zeit die Rhythmik physiologischer Vorgänge beim Menschen eingehenderen Untersuchungen unterworfen. Wir werden uns im nächsten Kapitel mit diesen Forschungen auseinanderzusetzen haben; sie bilden die Basis für das, was auch in der Zoologie vorzubringen ist — jedenfalls was die harmonikale Beschaffenheit dieser Rhythmen betrifft.

Inmitten einer Vielfalt von Forschungsergebnissen über Rhythmen bei Tieren teilt Ludger Rensing[159] auch einige mit, die harmonikal zu interpretieren sind. So ist zum Beispiel im Schlaf eine stärkere Kopplung zwischen Atmungs- und Herzrhythmus im Sinne ganzzahliger Frequenzverhältnisse zu beobachten, während Störungen des Schlafes zur Entkopplung führen. Häufiger scheinen Kopplungen im gleichen Rhythmus zu sein, was der Prime 1 : 1 entspricht. Das läßt sich beispielsweise bei den rhythmischen Bein- und Kopfbewegungen laufender Tiere beobachten, die an sich unabhängige Eigenfrequenzen haben können; beim Zusammenwirken jedoch erfolgt eine Korrektur durch eingeschobene kleine Zwischenschläge, so daß Koordination erreicht wird. Ähnliches ist bei der Flossenbewegung von Fischen zu beobachten, wo die an sich schnellere Rückenflossenschwingung immer dann verlangsamt wird, wenn sie sich annähernd in Phase mit der Brustflossenschwingung befindet, und mittels eines schnellen Zwischenschlages wird auch hier laufend für Übereinstimmung gesorgt.

Aus dem Buch von Rensing wollen wir noch ein anderes Beispiel wiedergeben, das allerdings andere Zusammenhänge betrifft[160]:

Man kann z. B. einen Druckreiz auf die Haut ausüben und dann den dazu benutzten Gegenstand vibrieren lassen. An den ableitenden Nerven der Druckrezeptoren findet man bei einer bestimmten Amplitude der periodischen Druckreize eine Synchronisation zwischen Reiz- und Erregungsfrequenz. Bei Intensitäten unterhalb des Synchronisationspunktes erfolgen die Entladungen regelmäßig in einem 1 : 1-, 1 : 2- oder 1 : 3-Verhältnis; oberhalb einer bestimmten Schwelle der Reizamplitude ist die Synchronisation perfekt, während bei noch stärkeren Reizen eine Verdopplung der Entladungsfrequenz erfolgt, die eine Bestimmung der Frequenz wieder erschwert.

Hier handelt es sich offensichtlich um eine Art Quantenphänomen, das harmonikal deutbar ist.

Bekannt ist, daß eine Oktavreihe sich auch in der Abstammung von Pflanzen, Tieren und Menschen ergibt: jedes Individuum hat 2 Eltern, 4 Großeltern, 8 Urgroßeltern usw., das sind Zweierpotenzen und somit Oktaven. Wir würden dieses triviale Beispiel natürlich gar nicht anführen, wenn es nicht wider alle Erwartungen eine Ausnahme von dieser Regel gäbe, die ebenfalls eine harmonikale Gesetzmäßigkeit aufweist. Es handelt sich um die Bienen (und einige andere Insektenarten), bei denen es einen anderen Typ von Stammbaum gibt. Die männlichen Tiere (Drohnen) gehen nämlich aus unbefruchteten Eiern der Königin hervor, während weibliche Tiere (Arbeiterinnen und Königinnen) aus befruchteten entstehen. Der Stammbaum einer Drohne sieht daher sehr kompliziert aus, ist jedoch nach dem Gesetz der Fibonacci-Reihe aufgebaut [161]. Die Abbildung [162] ist folgendermaßen zu interpretieren:

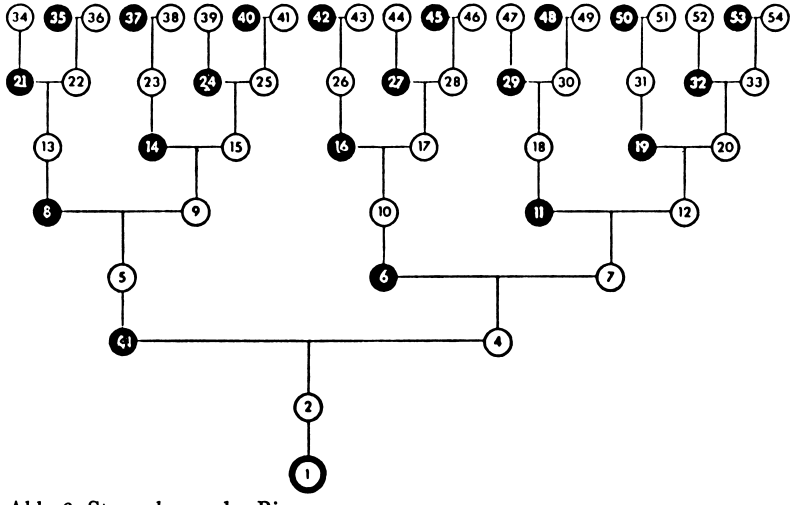


Abb. 6: Stammbaum der Biene

Eine Drohne (1) kommt direkt von der Königin (2), hat daher nur ein Elternteil. Die Königin jedoch wurde normal gezeugt, hat also 2 Elternteile (3 und 4), von denen das weibliche ebenfalls normale Eltern hat (6 und 7), während das männliche wiederum direkt von einer Königin (5) abgeleitet ist. In dieser »Urgroßeltern-Generation« (5, 6, 7) sind die Weibchen (5, 7) selbstverständlich auch normal gezeugt, das Männchen (6) aber wieder nicht usw.

Betrachten wir nach dieser Klarlegung des ungewöhnlichen Sachverhaltes die Abbildung genauer, so ergibt sich folgendes Schema, von unten nach oben abgelesen und umgekehrt beschrieben:

1. Generation:	1 Exemplar,	1 männlich,	0 weiblich
2. Generation:	1 Exemplar,	0 männlich,	1 weiblich
3. Generation:	2 Exemplare,	1 männlich,	1 weiblich
4. Generation:	3 Exemplare,	1 männlich,	2 weiblich
5. Generation:	5 Exemplare,	2 männlich,	3 weiblich
6. Generation:	8 Exemplare,	3 männlich,	5 weiblich
7. Generation:	13 Exemplare,	5 männlich,	8 weiblich
8. Generation:	21 Exemplare,	8 männlich,	13 weiblich

Das Ergebnis besagt, daß in jeder der drei Zahlenreihen sich die Fibonacci-Reihe ergibt, und außerdem verhalten sich in jeder Generation die Anzahlen der männlichen zu denen der weiblichen Tiere so, daß sich Zahlenpaare aus der Fibonacci-Reihe bilden (1 : 1, 1 : 2, 2 : 3, 3 : 5, 5 : 8, 8 : 13). Es ist dies der umfassendste uns bekannte Nachweis des Gesetzes dieser Reihe, die in diesem Falle auch wirklich in ihrer ganzen unendlichen Ausdehnung in der Natur vorkommt, da man den Stammbaum beliebig weit zurückverfolgen kann.

Anthropologie ..... Streng genommen beruht dieses Kapitel auf den Ergebnissen *zweier* Wissenschaften, der Anthropologie und der Medizin; denn medizinische Forschungen haben vor allem in letzter Zeit wichtiges Material für unsere Ausführungen geliefert, wie denn überhaupt die Medizin in besonderem Maße dazu verholfen hat, die Wissenschaft vom Menschen voranzutreiben.

Beginnen müssen wir allerdings, wenigstens hinweisend, mit einer dritten Wissenschaft, der Kunstgeschichte nämlich, da aus ihrem Bereich die historischen Belege für die Beschaffenheit der menschlichen Gestalt stammen. Wir können uns dabei freilich kurz fassen, da man alles Wesentliche einem unlängst erschienenen Buch mit dem Titel »Der vermessene Mensch« [163] entnehmen kann. Es sei nur so viel angedeutet, daß die Auffassung, es ließen sich im Aufbau der menschli-

chen Gestalt Proportionen aus einfachen Zahlen nachweisen, sehr alt ist und vor allem in der griechischen Antike vorkommt. Das berichtet der römische Architekturschriftsteller Vitruvius Pollio (84—14 v. Chr.)[164], auf den auch die Lehre vom Bauen nach Proportionen in unserer abendländischen Kultur zurückzuführen ist. In der Renaissance tritt dann eine andere Theorie in den Vordergrund, da man den neuentdeckten Goldenen Schnitt auch in der menschlichen Gestalt vorzufinden glaubt; Dürer verfocht beispielsweise diese Theorie[165]. Aber Theorien waren es eben doch allesamt, nach denen man die menschliche Gestalt zu deuten versuchte, und erst neueren Zeiten war es vorbehalten, den Übergang von der Kunsttheorie zur Empirie zu vollziehen.

Eine bemerkenswerte Stellung nimmt in diesem Zusammenhang Adolf Zeising ein, dem es darum geht, den GS als umfassendes Kunst- und Naturgesetz nachzuweisen. Interessant ist, daß er zwar bemerkt, wie wenig seine Theorie mit der Wirklichkeit übereinstimmt, aber unfähig ist, die mit Händen greifbare Wahrheit zu erkennen. Im Bestreben, den GS in der menschlichen Gestalt zu erfassen, muß er nämlich zugeben, daß beim männlichen Körper die Abweichungen vom GS mehr nach der Proportion 5 : 8 hin zu beobachten seien, beim weiblichen hingegen nach 3 : 5, daß also eigentlich die beiden Sexten viel treffendere Werte zu liefern imstande sind[166]. Er gibt auch ganz unbefangen aus seiner zugegebenenermaßen beachtlichen Literatur- und Geschichtskenntnis Beispiele an, die durchaus harmonikal sind und also zu seinen Theorien gar nicht passen. Z. B. berichtet er über die Untersuchungen von Carus über die Gliederung der menschlichen Hand und der Finger[167]; die dabei zutage tretenden Proportionen sind: 9 : 7 : 5 : 3, 10 : 6 : 4 :3 (Zeigefinger), 9 : 7 : 4 (Daumen), 8 : 6 : 4 : 2 (Ringfinger) und 7 : 5 : 3 : 2 (kleiner Finger) — sie dürften sich kaum für den GS interpretieren lassen, liefern hingegen Intervallproportionen, und zwar zum größten Teil Konsonanzen. Pfeifer zitiert für dieses Thema Zeising unwidersprochen[168] und ergänzt dessen Mitteilungen durch eigene Messungen, wobei er für die Fingerglieder allerdings Zahlen der Fibonacci-Reihe ermittelt, doch erkennt auch er die Nähe seiner Werte zu den Intervallproportionen, weshalb er an seine Meßergebnisse ein Kapitel anschließt, das die bezeichnende Überschrift trägt: »Beziehungen der Verhältniszahlen der Handgliedermaße zu den musikalischen Intervallen«[169]. Theorie und Empirie vermischen sich also bei Pfeifer ebenfalls.

Kayser unternahm verschiedene Versuche, die menschliche Gestalt harmonikal zu interpretieren. Bei dem ersten, dem sogenannten

»äußeren Hörbild des Menschen«, beruft er sich auf K. Wyneken[170], der als Grundmaß eine männliche Gestalt mit emporgestrecktem Arm annimmt. Die Körperlänge des Mannes beträgt 5/6 und die der Frau 4/5 dieser Einheit. Man kann natürlich Bedenken gegen diese Verfahrensweise vorbringen, weniger aber gegen eine andere Lösung, die darin besteht, daß die gesamte Körperlänge einer weiblichen Gestalt gleichsam als Monochordsaite aufgefaßt wird[171], unter die an naturgegebenen Teilungspunkten des Körpers ein Steg gesetzt wird; das Ergebnis aus den Hauptpunkten ist — in eine Oktave transponiert — folgende Tonleiter: c des d e f ges g a h c'.

Die moderne wissenschaftliche Anthropometrie hat vorwiegend andere Zielsetzungen als die Feststellung äußerer Proportionen. Es handelt sich um medizinische Probleme, Diagnosehilfen etwa, um Leistungsmessungen, um Hilfen für den Kriminologen, um Unterlagen für die Industrie und dergleichen. Die Ergebnisse werden selten in klaren Proportionen angegeben, doch besteht die Möglichkeit, sich diese aus den publizierten Unterlagen zu errechnen. Wir haben schon vor längerer Zeit ein Beispiel für diese Vorgangsweise veröffentlicht und wollen dieses vor allem um der angewendeten Methodik willen noch einmal skizzieren[172].

Es handelt sich um die Analyse einiger medizinischer Publikationen über den menschlichen Schädelbau, die vor etwa 25 Jahren angefertigt wurden, um festzustellen, ob bei bestimmten Gehirnerkrankungen (vor allem Tumoren) Anomalien der Schädelform vorhanden sind, an denen die Krankheit eventuell frühzeitig erkannt werden könnte. Die Fragestellung implizierte eine andere, vorher abzuklärende Frage; Anomalien können nämlich nur dann registriert werden, wenn eine Norm gegeben ist, auf die sich die Abweichungen beziehen lassen. Es wurden daher diesbezügliche Untersuchungen angestellt, und es gelang tatsächlich, Normen des Schädelaufbaues zu ermitteln, die allerdings differenziert werden mußten in verschiedene Altersklassen für den heranwachsenden Menschen, und außerdem mußten sie zum Teil nach Geschlechtern getrennt werden. Die Ergebnisse wurden schließlich auf Schablonen übertragen, die man mit Röntgenaufnahmen zur Deckung bringen konnte, um auf diese einfache Weise die vermuteten Anomalien festzustellen. Jede Schablone war nach 6 Meßpunkten (A bis F) ausgerichtet, die mit medizinischer Terminologie genauestens beschrieben waren.

Diese Angaben eigneten sich für die harmonikale Analyse nicht, weshalb wir uns entschlossen, die Meßpunkte durch Strecken zu verbinden (a bis f), die ein Polygon ergaben, das der Schädelkontur in

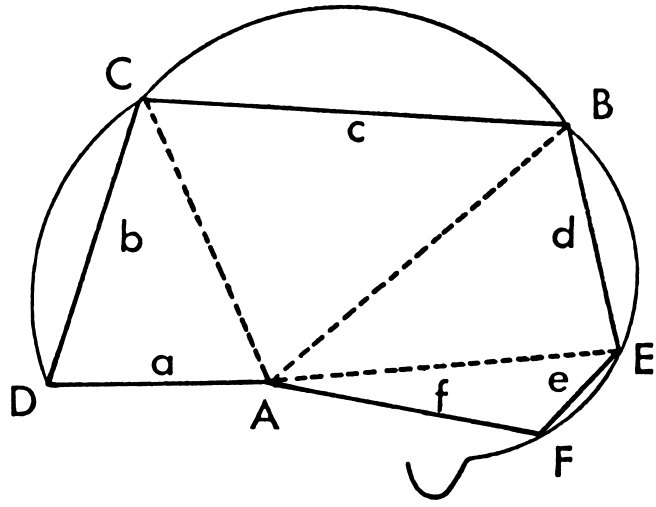


Abb. 7: Maßverhältnisse beim menschlichen Schädel (aus R. Haase: Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, Graz 1974, S. 22)

grober Weise angenähert war. Bei der harmonikalen Analyse wurde nun so vorgegangen, daß die Streckenlängen des Polygons zueinander ins Verhältnis gesetzt wurden, und zwar jede mit jeder Strecke; damit ergab sich eine Vielzahl von Proportionen (15 in jeder Schablone, 105 insgesamt, da 7 unterschiedliche Schablonen für die Alters- und Geschlechtsunterschiede notwendig waren). Als Ergebnis traten 90 Intervallproportionen unseres Tonsystems auf, dazu 15 mit ekmelischen Tönen; ordnete man diese gruppenweise nach Intervallen (die ekmelischen als Varianten betrachtend), so zeigte sich folgende Verteilung:

kleine Sekunde	6	Quinte	23
große Sekunde	20	kleine Sexte	12
kleine Terz	8	große Sexte	8
große Terz	9	kleine Septime	3
Quarte	8	große Septime	0
Tritonus	4	Oktave	4

Das wären 72 Konsonanzen und 33 Dissonanzen. Verschiedene von uns damals ermittelte Teilanalysen können hier übergangen werden, doch sei ein verblüffendes Resultat zum Abschluß vorgebracht. Wenn man nämlich die für männliche und weibliche Schädel getrennt angefertigten Schablonen betrachtet, dann zeigt sich folgendes Bild:

	männl.	weibl.		männl.	weibl.
kleine Sekunde	3	3	Quinte	11	10
große Sekunde	8	8	kleine Sexte	4	6
kleine Terz	3	4	große Sexte	4	2
große Terz	5	3	kleine Septime	1	2
Quarte	3	3	große Septime	0	0
Tritonus	1	2	Oktave	2	2

Fünf Intervalle sind bei beiden Geschlechtern gleich oft vertreten, zwei kommen nur selten vor (Tritonus und kleine Septime), die große Septime überhaupt nicht, die Quinte als häufigstes Intervall ist annähernd gleichwertig vorhanden; demgegenüber gibt es auffälligere Unterscheidungsmerkmale nur bei den Terzen und Sexten: die männlichen Schablonen enthalten mehr große, die weiblichen dagegen mehr kleine Terzen, und bei den Sexten ist es ähnlich, jedenfalls hinsichtlich der Bevorzugung der kleinen Sexte in den weiblichen Schablonen. Es ergibt sich also eine typische Unterscheidung gerade bei jenen Intervallen, die in der Musik den Dur-Moll-Unterschied wesentlich charakterisieren, und merkwürdigerweise werden diese beiden Ton-Geschlechter (!) häufig in psychologisierender Weise als männlich und weiblich bezeichnet.

Wir wollen uns nun einer umfassenden Untersuchung aus neuerer Zeit zuwenden. Es handelt sich um einen Forschungsauftrag, der vom österreichischen Unterrichtsministerium und verschiedenen Gremien der Wirtschaft erteilt wurde, um wissenschaftliche Grundlagen für körpergerechte Schulmöbel zu ermitteln. Daraufhin wurden 1971 vom »Institut für Industrial Design« der Wiener Hochschule für Angewandte Kunst 9000 österreichische Schulkinder im Alter von 6 bis 18 Jahren genau vermessen, und das Ergebnis wurde in Form von Tafeln für jedes Alter, getrennt nach Geschlechtern, in einer Sammelmappe veröffentlicht[173]. Das Vorwort enthält nur wenige allgemeinverbindliche Angaben, doch treten dort bereits Proportionen in den Vordergrund; zum Beispiel wird die optimale Sitzflächentiefe angegeben als $^4/_5$ der summierten Distanzen Kreuzbein-Sitzknorren und Sitzknorren-Kniekehle, die optimale Sitzflächenbreite hingegen als verdoppelte Gesäßbreite (also $^2/_1$). Ansonsten wird auf die Tafeln verwiesen, die alle erforderlichen Maßangaben enthalten und nach dem Schema eines Leitbildes aufgebaut sind, in welchem alle Einzelmaße durchnumeriert sind; diese Nummern werden dann in den Tafeln durch konkrete Maße ersetzt, die sich als Durchschnittswerte in der betreffenden Altersgruppe ergaben.

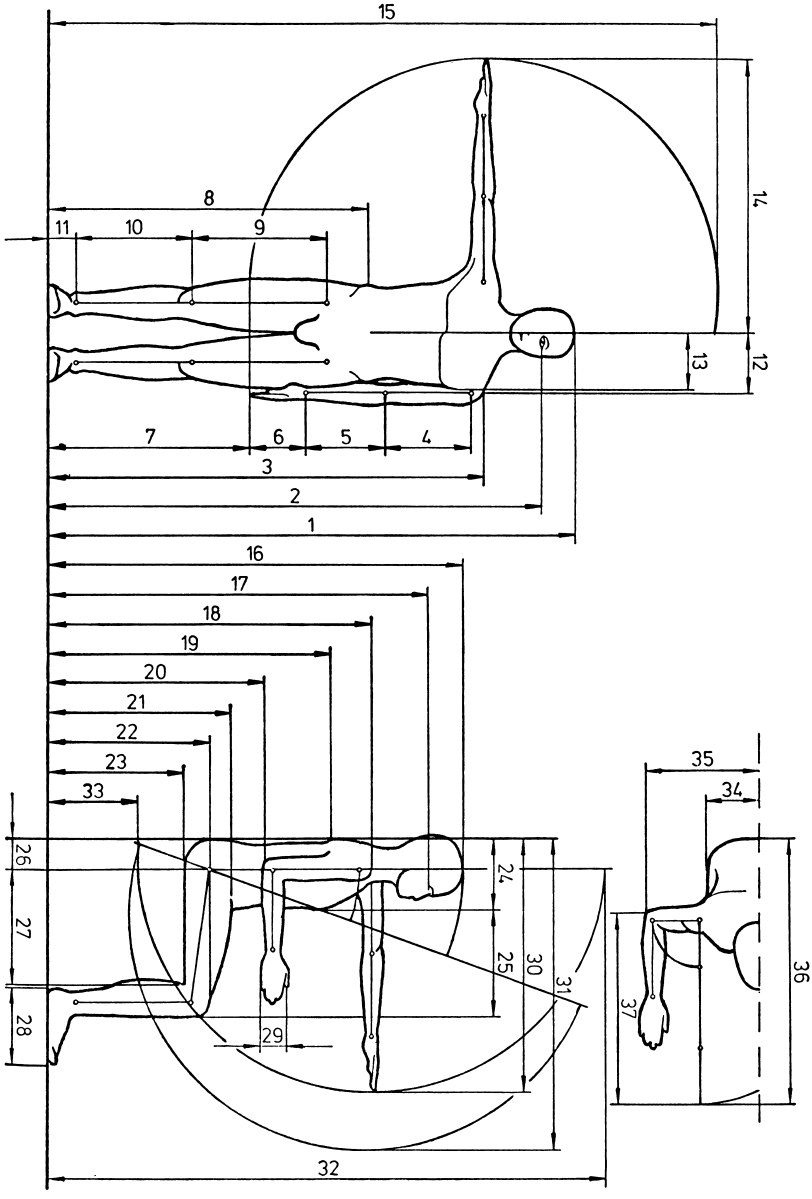


Abb. 8: Leitbild für Körpermaße österreichischer Schulkinder (aus Körpermaße 6—18jähriger, Wien 1973)

Die harmonikale Analyse des vorgelegten Zahlenmaterials zielt darauf ab zu ermitteln, ob sich durch alle Altersstufen hindurch etwa gleiche Proportionen bei analogen anatomischen Vergleichen ergeben, was bei einer derart großen Wachstumsspanne (vom 6. bis zum 18. Lebensjahr) nicht selbstverständlich ist. Da mit einer Streuung der Werte gerechnet werden muß und zudem den aus den Tafeln entnommenen Zahlenpaaren keineswegs sofort angesehen werden kann, welcher Intervallproportion sie am nächsten kommen (deren Varianten sie also wären), haben wir uns zu einem Verfahren entschlossen, das etwas ausführlicher dargestellt werden muß, da es von grundsätzlicher Bedeutung auch für andere Analysen mit derart vielen Einzelangaben sein kann.

Wir teilten bereits mit[174], daß im psychischen Bereich der Gehörsdisposition des Menschen Abweichungen von der exakten Proportion zurechtgehört werden können. Diese Fähigkeit erstreckt sich im mittleren Hörbereich, der der wichtigste ist, auf 40 % einer Halbtondistanz[175]; diesen erstaunlich großen Betrag müssen wir jedenfalls zur Zeit noch zugrunde legen, obwohl es möglich ist, daß neuere Untersuchungen Modifikationen ergeben könnten hinsichtlich Intervall, Lage oder musikalischem Zusammenhang. 40 % besagen, daß von der exakten Proportion nach beiden Seiten hin die zugehörige Empfindung vorhanden ist, so daß insgesamt 80 % aller Halbtondistanzen mit den 12 charakteristischen Empfindungen unserer Intervalle abgedeckt und nur 20 % zwischen je zwei Intervallen undefiniert sind — Hauptursache vermutlich dafür, daß sogenannte Vierteltöne, die genau in diese Lükken fallen würden, sich in der Musik nie durchsetzen konnten[176]. Zur Ermittlung dieser Zurechthörbereiche ist es lediglich erforderlich, die Intervallproportionen in Dezimalbrüche zu verwandeln (z. B. $^4/_5$ = 0,800, $^5/_8$ = 0,625) und zwischen zwei benachbarten Intervallen die Distanzen und dann jeweils 40 % von diesen Werten zu ermitteln[177]. Das Ergebnis innerhalb einer Oktave sieht wie folgt aus:

Prime	kl. Sekunde	gr. Sekunde	kl. Terz	gr. Terz
1,027—0,975	0,963—0,918	0,908—0,867	0,856—0,820	0,813—0,780
Quarte	Tritonus	Quinte	kl. Sexte	gr. Sexte
0,770—0734	0,727—0,693	0,684—0,650	0,642—0,615	0,610—0,582
kl. Septime	gr. Septime	Oktave		
0,573—0,547	0,542—0,520	0,513—0,489		

Die harmonikale Interpretation verfährt nun so, daß aus den Zentimeterangaben in den Tafeln Paare von Meßwerten gebildet und ebenfalls in Dezimalbrüche verwandelt werden; das Ergebnis ist dann unmittelbar einem der Zurechthörbereiche zuzuordnen. Wir beginnen die Analysen mit einigen ausführlichen Darstellungen, damit die Methode auch in ihren Einzelheiten klar erkennbar wird. Zuerst sollen Beckenhöhe und Körperhöhe miteinander verglichen werden, also die Masse 8 und 1 aus dem Leitbild:

Alter	männlich		weiblich	
	Proportion	Dezimalwert	Proportion	Dezimalwert
6	$^{72}/_{123}$	0,585	$^{73}/_{122}$	0,598
7	$^{76}/_{128}$	0,594	$^{77}/_{127}$	0,606
8	$^{79}/_{133}$	0,594	$^{81}/_{133}$	0,609
9	$^{83}/_{138}$	0,601	$^{84}/_{137}$	0,613
10	$^{86}/_{143}$	0,601	$^{89}/_{144}$	0,618
11	$^{90}/_{148}$	0,608	$^{93}/_{150}$	0,620
12	$^{94}/_{155}$	0,607	$^{96}/_{155}$	0,619
13	$^{98}/_{161}$	0,609	$^{98}/_{159}$	0,616
14	$^{103}/_{169}$	0,609	$^{100}/_{163}$	0,614
15	$^{105}/_{173}$	0,607	$^{100}/_{164}$	0,610
16	$^{106}/_{176}$	0,602	$^{100}/_{164}$	0,610
17	$^{107}/_{177}$	0,605	$^{100}/_{164}$	0,610
18	$^{107}/_{177}$	0,605	$^{100}/_{164}$	0,610

Als Ergebnis zeigt sich bei den männlichen Werten eindeutig die große Sexte, ($^3/_5$ = 0,600), in deren Zurechthörbereich alle Zahlen liegen. Die weiblichen Werte sind demgegenüber nicht so klar; zunächst (6—8 Jahre) handelt es sich auch um die große Sexte, dann folgt ein Zwischenwert, worauf sich (10—13 Jahre) die kleine Sexte anschließt, und wieder über einen Zwischenwert ergibt sich dann erneut (15—18 Jahre) die große Sexte. Bei beiden Geschlechtern ist überdies erkennbar, daß sich in den letzten Jahrgängen allmählich konstante Werte einstellen, die als Normen für den erwachsenen Menschen aufgefaßt werden dürfen.

In einer zweiten Berechnung wollen wir die Länge des Oberarmes (4) mit der Summe aus Unterarm- und Handlänge (5+6) vergleichen:

Alter	männlich		weiblich	
	Proportion	Dezimalwert	Proportion	Dezimalwert
6	18/31	0,581	19/32	0,594
7	20/33	0,606	19/32	0,594
8	21/35	0,600	21/34	0,618
9	22/37	0,595	22/35	0,629
10	23/38	0,605	23/37	0,622
11	24/39	0,615	23/40	0,575
12	25/40	0,625	25/41	0,610
13	26/42	0,619	25/42	0,595
14	27/45	0,600	25/42	0,595
15	28/45	0,622	26/43	0,605
16	29/46	0,630	26/43	0,605
17	29/46	0,630	26/43	0,605
18	29/46	0,630	26/43	0,605

Auch hier handelt es sich um die Sexten, vor allem in den letzten Jahrgängen: kleine Sexte bei den männlichen Werten, große Sexte bei den weiblichen, wobei die Mädchen früher »stabil« sind als die Knaben, wie übrigens auch in unserem ersten Beispiel. Der Verlauf der Entwicklung freilich ist in diesem Falle nicht so einheitlich, ein stärkeres Pendeln zwischen den beiden Sexten ist bei beiden Geschlechtern zu verzeichnen.

Wir haben ganz bewußt *diesen* Vergleich ausführlich dargestellt; denn inmitten der Werte liegt der GS (0,618 . . .), und ein direkter Hinweis auf sein Vorkommen leitete sogar die Untersuchung ein. In einer Zeitungsnotiz wurde nämlich behauptet, daß bei Schwimmwettkämpfen diejenigen Schwimmer am besten abschneiden, deren Glieder die Proportion des GS hätten — das sei der günstigste Wirkungsgrad. Inwiefern der GS in der Mechanik (Hebelgesetz) einen optimalen Wert liefern soll, ist unbekannt —, die Zahlen haben allerdings etwas mit dem GS zu tun. Bei beiden Geschlechtern kommt er irgendwann einmal fast genau vor, aber doch eben verschwindend gering im Vergleich zur Gesamtzahl von 26 Werten, und diese alle als Annäherungswerte bezeichnen zu wollen, wäre absurd, zumal die Streuung bis an die Grenzen der Zurechthörbereiche geht. Und das »Ziel« der Natur ist der GS erst recht nicht, da die Entwicklung bei beiden Geschlechtern eindeutig zu den Sexten führt. Daß natürlich bei statistischen Untersuchungen und vor allem dann, wenn sie über größere Zeit- bzw. Wachstumsperioden führen, auch einmal der GS wirklich vorkommen kann, wird niemand leugnen, von einer Dominanz ist aber keine Rede, und das wird unserer Meinung nach gerade an diesem Beispiel sehr gut sichtbar.

Die analoge — auch auf das Schwimmen bezogene — Untersuchung der Beinproportionen, also das Verhältnis von Oberschenkel zu Unterschenkel mit Fuß, hat mit dem GS überhaupt nichts mehr zu tun, da sich als Ergebnis die Terzen einstellen, wobei durch die Jahrgänge hindurch wieder ein gewisses Pendeln zu verzeichnen ist, dann aber ganz klar bei den Knaben die große und bei den Mädchen die kleine Terz erreicht wird — interessanterweise die komplementären Intervalle zu denen, die bei den Armen festgestellt wurden.

Auch von den weiteren Untersuchungen wollen wir nur die Endergebnisse mitteilen, da die Methode nunmehr geklärt sein dürfte. Vergleicht man die Körperlänge (1) mit der Reichweite des Armes nach oben (vom Fußboden aus, 15), so ergeben sich bei beiden Geschlechtern große Terzen, ohne Pendeln und Zwischenwerte (einzige Ausnahme: kleine Terz bei 6jährigen Knaben). Ein unkompliziertes Ergebnis liefert auch der Vergleich von seitlicher Reichweite des Armes (14) mit der Körperlänge (1). Es liegt in beiden Geschlechtern die Oktave vor mit nur 5 Zwischenwerten insgesamt; während jedoch die Werte der Mädchen schon ab 16 Jahre stabil sind, kommt es bei den Knaben gerade am Ende zu Zwischenwerten (zur gr. Septime hin), so daß man den Eindruck gewinnt, die Entwicklung sei noch nicht abgeschlossen.

Ein interessantes Ergebnis liefert der Vergleich von Schulterhöhe (3) und Körperlänge (1). Wieder einmal sind es Terzen, doch diesmal liegen die Verhältnisse so, daß in beiden Geschlechtern bis zum 12. bzw. 11. Lebensjahr die große Terz vorhanden ist und dann sich über Zwischenwerte die kleine Terz ausbildet, die mit dem 17. Lebensjahr als »Ziel« erreicht ist. Noch einmal um Terzen handelt es sich beim Vergleich der gesamten Armlänge (4 + 5 + 6) mit der gesamten Beinlänge (9 + 10 + 11). Insbesondere bei den männlichen Werten ist die große Terz klar erkennbar mit nur wenigen Zwischenwerten und einer Quarte im 6. Lebensjahr, auch bei den weiblichen Werten dominiert eindeutig die große Terz, doch sind häufiger Zwischenwerte vorhanden und einmal (10 Jahre) auch eine Quarte.

Diese vor allem die Hauptteile der menschlichen Gestalt betreffenden Beispiele genügen unseres Erachtens nach für den hier angestrebten Zweck eines allgemeinen Überblickes. Natürlich läßt sich noch eine Vielzahl weiterer Proportionen ermitteln, da das Tabellenwerk 37 Masse für alle Lebensalter enthält, deren Berücksichtigung aber den Rahmen unseres Vorhabens sprengen würde. Die vorgelegten Ergebnisse enthalten naturgemäß keine exakten Intervallproportionen, da es sich um einen dynamischen Sachverhalt handelt. Wir haben auch bewußt darauf verzichtet, Mittelwerte zu bilden, die fiktiv sein würden

und höchstens der Orientierung gedient hätten; diese Orientierung ermöglichen aber die von uns verwendeten Zurechthörbereiche ebensogut. Das Gesamtergebnis unserer Beispiele ist klar zu formulieren: es handelt sich ausnahmslos um Konsonanzen. Und zwar treten neben der Oktave nur Terzen und Sexten auf, also jene Intervalle, durch die Dur und Moll charakteristisch unterschieden werden, und es ist daher kein Zufall, daß auch in früheren Abhandlungen immer wieder auf diese Intervalle verwiesen wurde; das Ergebnis wiegt um so mehr, da wir die Analyse mit einer neuartigen Methode durchgeführt haben.

Die subtilere Vermessung des menschlichen Körpers, insbesondere des Schädels bzw. des Gesichtes, führt in jenen Bereich der Anthropologie, den man als Physiognomik bezeichnet. Diese hängt insofern eng mit der Anthropometrie zusammen, als das erste anthropologische Maß ein Gesichtsmaß war[178], nämlich der sogenannte Gesichtswinkel des Niederländers Petrus Camper (1722—1789), der gebildet wurde aus einer Tangente an die Stirn vom Schluß der Vorderzähne aus und aus einer Horizontalen durch den Gehörgang. Darüber hinaus aber verwendete Camper auch Proportionen[179] verschiedener Maße des Schädels, mit denen er charakteristische Unterschiede einzelner Rassen zu erfassen versuchte. Ein Beispiel möge dies belegen[180]:

	Vorderkopf : Hinterkopf	Oberkopf : Unterkopf
Geschwänzter Affe	16 : 5	1 : 1
Orang-Utan	7 : 4	3 : 2
Neger	7,5 : 8,5 (= 15 : 17)	8,5 : 5 (= 17 : 10)
Kalmücke	1 : 2	10,5 : 6 (= 21 : 12)
Europäer	1 : 1	18 : 11
Römischer Kopf	15 : 16	
Griechischer Kopf	15 : 16	

Da die Zahlen dieser Tabelle sicher nicht auf genügend umfassenden Messungen beruhen, wollen wir sie nicht weiter diskutieren — eine systematische Untersuchung mit heutigen Methoden könnte jedoch auch harmonikal interessante Ergebnisse liefern. Um Physiognomik im strengen Sinn handelt es sich hier noch nicht, da diese die Ausprägung des menschlichen Charakters in der Gestalt des Körpers, des Schädels und im Gesicht lehrt. Die Physiognomik geht vor allem auf Johann Caspar Lavater und Franz Joseph Gall zurück und ist infolge mancher Übertreibungen später in Verruf geraten. Heute gibt es aber wieder eine physiognomische Systematik, die R. Burger-Villingen begründete und die derart ausgearbeitet worden ist, daß man sie sogar in der Betriebspsychologie verwenden kann[181], ähnlich der schon länger prak-

tizierten Graphologie. Diese Physiognomik bedient sich vor allem des Vergleiches waagerechter und senkrechter Abmessungen, doch fehlen uns leider ausführliche Zahlenangaben, so daß wir nur ein Beispiel bringen können [182]:

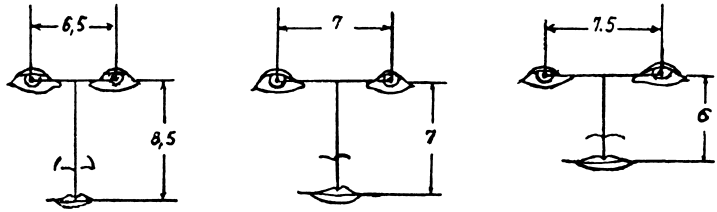


Abb. 9: Mundschnitt / Augenhöhe (aus R. Burger-Villingen: Die Bedeutung der Senkrechten und Waagerechten für das »Geheimnis der Menschenform«, Wuppertal 1954, S. 16)

Es handelt sich bei diesem Vergleich von Augenabstand und der Distanz Mundschnitt—Augenhöhe um ein Merkmal, das den sogenannten bewußten seelischen Willen angeben soll; je größer die senkrechte Strecke im Verhältnis zur waagerechten ist, desto mehr erhebt sich der seelische Wille in die geistigen Regionen, je mehr dagegen die Waagerechte überwiegt, desto stärker wird das Stoffliche angestrebt [183]. Die harmonikale Analyse ergibt eine abwärts gerichtete Quarte (6,5 : 8,5 = 13: 17 = 0,767, ein Wert im Zurechthörbereich der Quarte 3 : 4 = 0,750), eine Prime (1 : 1) und eine aufwärts gerichtete große Terz (7,5 : 6 = 5 : 4 = 1,250). Eine wissenschaftliche, auf Proportionen zurückführbare Physiognomik wäre harmonikal deshalb besonders aufschlußreich, weil es auch da um die Zuordnung von Qualitäten und Quantitäten geht; leider sind diese Zusammenhänge noch nicht genügend aufgeklärt.

Wir verlassen damit die Anthropometrie und wenden uns einem Gebiet zu, dessen Erforschung wir vor allem Ärzten zu verdanken haben und dessen Bedeutung in zunehmendem Maße erkannt wird. Wir meinen die Körperrhythmen des menschlichen Organismus, die in der medizinischen Wissenschaft immer stärker in den Vordergrund treten. Die älteste der uns bekannten Arbeiten [184] ist eine urologische, deren Verfasser, D. Wossidlo, die Werke von Kepler, Kayser und Hindemith zitiert und der auch philosophisch-erkenntnistheoretische Literatur einbezieht, da es sich bei seiner Arbeit um einen methodisch neuen Denkansatz handelt, den er solchermaßen unterbaut. Er will aus der Einsicht, daß traditionelle Methoden nicht mehr weiterführen, qualitativ orientierte Verfahren verwenden, um mit deren Hilfe zu einer Synthese zu gelangen.

Der hochspezialisierte medizinische Sachverhalt kann hier nicht

zur Darstellung kommen; es handelt sich um die Feststellung von Zeitintervallen bei Untersuchungen der Harnwege, das Ergebnis ist eine Zahlenvielfalt, die so interpretiert werden kann, daß sich Intervallproportionen ergeben. Als Beleg möge eine der Tabellen des Verfassers dienen [185], die einen Teil der festgestellten Rhythmen enthält.

Beobachtete Intervalle	Errechnete Intervalle	Grundzahl	Proportionsverhältnis	Tonwert im Tonleitersystem
		19mal	1	C (Grundton)
36 Sek.	35,625	19mal	15 : 8	H (G. Septime)
21 Sek.	21,375	19mal	9 : 8	D (gr. Sekunde)
100 Sek.	101,2	19mal	4 : 3 × 4	f′ (r. Quart)
83 Sek.	81,04	19mal	16 : 15 × 4	des′ (Sekunde)
75 Sek.	76,0	19mal	4	c′ (2 Oktaven)
		13mal	1	C (Grundton)
58 Sek.	58,5	13mal	9 : 8 × 4	d′ (gr. Sekunde)
72 Sek.	73,9	13mal	16 : 15 × 4	
			4 : 3 × 4	ges′ (verm. Quint)
53 Sek.	52,0	13mal	4	c′ (2 Oktaven)
51 Sek.	52,0	13mal	4	c′ (2 Oktaven)
16 Sek.	15,6	13mal	6 : 5	Es (kl. Terz)
35 Sek.	34,66	13mal	4 : 3 × 2	f (r. Quart)
74 Sek.	73,9	13mal	16 : 15 ×	
			4 : 3 × 4	ges′ (V. Quint)
29 Sek.	27,23	13mal	16 : 15 × 2	des (kl. Sekunde)
14 Sek.	13,88	13mal	16 : 15	Des (kl. Sekunde)
14 Sek.	13,88	13mal	16 : 15	Des (kl. Sekunde)
		17mal	1	C (Grundton)
35 Sek.	34,0	17mal	2	c (Oktave)
15 Sek.	14,166	17mal	5 : 6	$_1$A (kl. Terz)
29 Sek.	28,232	17mal	5 : 6 × 2	A (kl. Terz)
40 Sek.	40,8	17mal	6 : 5 × 2	es (kl. Terz)

Neben dieses Einzelbeispiel können wir glücklicherweise eine ganze Gruppe von einschlägigen Arbeiten stellen, die von Gunther Hildebrandt stammen bzw. in Zusammenarbeit mit ihm von seinen Mitarbeitern verfaßt wurden. Hildebrandt ist Direktor des Institutes für Arbeitsphysiologie und Rehabilitationsforschung der Universität Marburg an der Lahn und hat in langjährigen Untersuchungen in Kliniken und Sanatorien eine Fülle von Daten gesammelt und ausgewertet. Auch er kennt die harmonikale Forschung, verweist bereits 1960 in seiner Habilitationsschrift auf Kayser und sagt in diesem Zusammenhang [186]:

»Der Organismus ist nicht nur nach harmonikalen Prinzipien konstruiert, sondern er funktioniert auch mit ihnen.« Dies ist um so mehr zu beachten, weil Hildebrandt damals erst am Anfang seiner diesbezüglichen Untersuchungen stand. Und 1971 konnte er in einem Vortrag [187] — den wir vielleicht als eine Art Zwischenbilanz auffassen können — die Meinung von Novalis zitieren, daß Krankheit ein musikalisches Problem sei, danach viele Einzelheiten über die Rhythmen des menschlichen Körpers sagen, und am Schluß ganz ernsthaft und nunmehr medizinisch wohlfundiert Novalis bestätigen: »Sind ... chronische Krankheiten etwa die Folge einer tiefgreifenden Störung des menschlichen Zeitorganismus? ... Sind Krankheit und Heilung doch ein musikalisches Problem? ...« Die im Vortrag vorweggenommene Bejahung läßt uns die große Bedeutung der medizinischen Rhythmusforschung vorerst nur ahnen, und wir müssen uns nunmehr den Ergebnissen Hildebrandts im einzelnen zuwenden.

Deren Publikation begann mit der wissenschaftlichen Bestätigung einer alten Überlieferung, daß nämlich Puls- und Atemfrequenz sich wie 4 : 1 verhalten, und Hildebrandt deutete diesen Sachverhalt in einer Weise, die uns an Kepler erinnert, wenn er zum Beispiel sagt [188]: »Die auffällige Tatsache, daß sich die im Bauplan festgelegten Frequenzoptima beider Rhythmen in der Norm wie 4 : 1 verhalten und damit im Prinzip einer koordinativen Ordnung gehorchen, kann nur so verstanden werden, daß die koordinativen Prinzipien bereits der Gestaltwerdung zugrunde liegen.« Daß hier die Worte »Bauplan« und »Norm« auftreten, belegt die für die harmonikale Betrachtungsweise typische Perspektive des Verfassers. Hildebrandt hat dann festgestellt, daß einfache Proportionen zum Beispiel auch bei der Muskeldurchblutung vorhanden sind, wo Periodendauern von 1 : 2 : 3 bevorzugt werden, oder bei der Nierensekretion, wo Submultiple der Tagesperiodik als Periodendauern (6-, 8- und 12stündig, also 3 : 4 : 6) auftreten. Anstelle einer weiteren Aufzählung geben wir die nachfolgende Abbildung aus einer Schrift von Hildebrandt wieder [189]; sie enthält die bevorzugten bzw. typischen Periodendauern rhythmischer Funktionen des Menschen im mittleren Frequenzbereich (die schwarzen Banden entsprechen der Eigen- bzw. Hauptfrequenz, die hellen Banden zeigen eine Beteiligung der Funktion an weiteren Rhythmen). Die harmonikale Struktur aus Konsonanzen liegt auf der Hand.

Nun umfaßt die Rhythmik des menschlichen Organismus einen außerordentlich weiten Bereich, der sich von Tausendstel-Sekunden bei den Nervenaktionen bis zu Jahren bei komplexen vegetativen Steuerungen erstreckt, so daß die Unterscheidung eines hochfrequen-

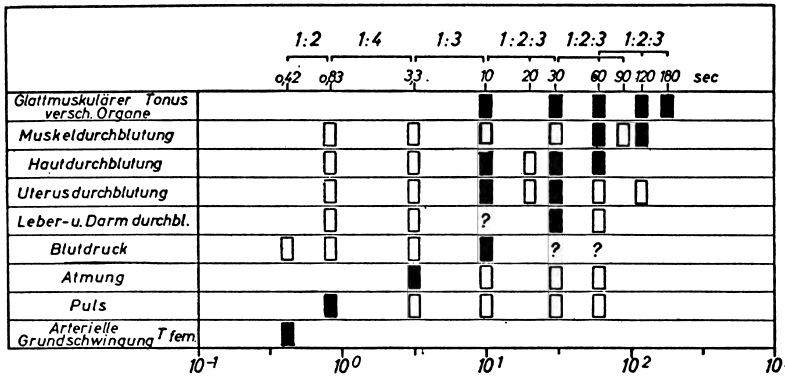


Abb. 10: Mittlere bzw. typische Periodendauer (aus R. Haase: Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, Graz 1974 S. 68)

ten, eines mittleren und eines langwelligen Bereiches sinnvoll ist. Diese Unterteilung ist aber nicht nur quantitativ gerechtfertigt, vielmehr ergeben sich auch prinzipielle Unterschiede, die Hildebrandt wie folgt charakterisiert[190]: »Das System der Rhythmen im Menschen zeigt eine polare Gliederung. Im hochfrequenten Bereich herrscht das Prinzip der Korrelation und damit der Bedarfsregulation. Im Bereich der Langwellen dagegen steht das Prinzip der Koordination im Vordergrund, hier herrscht rhythmische Ordnung. Im mittleren Bereich durchsetzen sich beide Prinzipien.« Unter Bedarfsregulation ist zu verstehen, daß der Organismus bei Beanspruchung, wenn also Leistungen von ihm verlangt werden, von den gegebenen Proportionen abweicht, doch wird nach Beendigung der Belastung der Sollwert, die gegebene Norm, wiederhergestellt; dies gilt vor allem auch für den Nachtschlaf, wo sich tagsüber weit streuende Werte auf einen engen Bereich zusammenziehen.

Zu Abweichungen von den normalen ganzzahligen Verhältnissen kommt es vor allem aber beim Kranken. Dabei muß es sich nicht immer um völlige Ordnungslosigkeit handeln, vielmehr zeigt sich, daß zuweilen andere Proportionen eingehalten werden. So beträgt zum Beispiel das Verhältnis zwischen Herzrhythmus und arterieller Grundschwingung 2 : 1, doch ändert es sich bei Bradykardie auf 3 : 1[191]. Bei anderen Krankheiten, zum Beispiel Schlafstörungen, treten Submultiple des Tagesrhythmus auf[192]. Wie nun im Falle der Leistungsbelastung bei gesunden Personen eine Wiederherstellung der Ruhenormen erfolgt, so ergibt sich bei der Rekonvaleszenz Kranker ein ähnliches Bild, nämlich zunehmende Verbesserung der Koordination, was durch laufende

Beobachtungen bei Bäder- und Klimakuren nachgewiesen werden konnte [193]. Gerade in allen diesen Fällen der Belastung des Organismus — seien sie auf Arbeit oder Krankheit zurückzuführen — zeigt sich in anschaulichster Weise die der gesamten Rhythmik zugrunde liegende umfassende Systematik, die auf ganzzahligen Proportionen beruht.

Einen Beitrag zur physiologischen Rhythmik enthält auch Ernest Ansermets Buch »Die Grundlagen der Musik im menschlichen Bewußtsein« [194], das überhaupt manche Parallelen zur harmonikalen Forschung aufweist. Ansermet berichtet über die differenzierte Rhythmik des Herzens und stellt folgende musikalische Werte heraus: Vorhofkadenz 1 : 3, Herzkammerkadenz 2 : 2, Herzkadenz 3 : 2 und Herzgeräusche 1 : 2. Diese verlaufen jedoch nicht synchron, sondern sind in einer komplizierten Weise miteinander verzahnt, was mit der Form des Herzens zusammenhängt. Der Autor sagt daher geradezu, »daß diese rhythmische Kadenz die Form des Herzens bestimmt«, womit er dieser Rhythmik eine gestaltbildende Funktion zuerkennt. Ob dieser Schluß, für den keine Quelle zitiert wird, richtig ist, vermögen wir nicht zu beurteilen; da wir aber wissen, wie organisch die physiologischen Rhythmen miteinander gekoppelt sind, liegt die Vermutung eines übergeordneten Planes auf der Hand, und man könnte daher auch umgekehrt argumentieren: die Form des Herzens sorgt dafür, daß die von ihm ausgehenden Rhythmen gerade in einer solchen, für den menschlichen Organismus wichtigen Weise verlaufen. Diese Interpretation würde der Denkweise Keplers entsprechen, der glaubte, der Schöpfer habe den Planetenbahnen deshalb elliptische Gestalt verliehen, damit Intervallproportionen entstehen.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind umfangreiche Erkenntnisse über die Rhythmik des menschlichen Körpers in aller Welt gesammelt worden, wovon eine zusammenfassende Darstellung durch G. G. Luce [195] Zeugnis gibt (das Buch enthält eine Bibliographie von 61 Seiten Umfang!), obwohl von Proportionen nur sehr wenig die Rede ist — morphologische Ergebnisse sind offenbar für Naturwissenschaftler noch immer von untergeordneter Bedeutung, und Hildebrandt scheint eine Ausnahme zu sein. Einen verschiedentlich erwähnten Tatbestand wollen wir aber doch ergänzend anführen: daß nämlich insbesondere im Falle von Krebs eine völlige Regellosigkeit aller Rhythmen festzustellen ist und die Krebszelle offenbar ein Ausscheiden aus der zeitlichen Harmonie der Körperfunktionen bewirkt [196].

Was die genaue Kenntnis der Rhythmik des menschlichen Organismus für eine zukünftige Medizin bedeutet, liegt auf der Hand, möge aber noch durch ein Zitat verdeutlicht werden [197]:

Sobald es einmal möglich ist, etwas über die cirkadiane[198] (und sonstige) Zeitstruktur eines Menschen zu erfahren, könnten die Ärzte prophetische Medizin praktizieren. Wie ein hoher Gehalt an Cholesterin bei Neugeborenen einen Hinweis darauf gibt, daß dieser Mensch in späteren Jahren darauf achten muß, daß er seine Arterien nicht mit Fett verstopft, könnten die Zeitabdrücke den Arzt in die Lage versetzen, vorherzusagen, welche Kinder anfällig sind für Störungen im Zeitgefüge, welche lediglich zur Erhaltung ihrer Gesundheit gezwungen sind, sich an starre Zeitschemata zu halten. Der Gedanke, daß es so etwas wie Zeit-Anfälligkeit geben könnte, etwa der lebenslangen Neigung zu Erkrankungen der oberen Atemwege oder zu Magen-Darm-Störungen entsprechend, hat nur deshalb den Beigeschmack einer absurden Spekulation, weil wir noch nicht genügend mit der Tatsache vertraut sind, daß unser Körper aus Zeit aufgebaut sein muß.

Das Wissen darum, daß der Körper des Menschen sozusagen *in Raum und Zeit* nach Proportionen gegliedert ist, hinsichtlich seiner äußeren Gestalt und seiner inneren Rhythmen, muß nicht notwendigerweise zu der Schlußfolgerung führen, daß auch eine Heilung Kranker mittels irgendwelcher Proportionen möglich sein könnte — dazu dürften die einzelnen Zusammenhänge zu kompliziert sein. Dennoch gibt es etwas Derartiges bereits, nur ist die Ursache nicht die medizinische Rhythmenforschung gewesen, sondern die Kaysersche Harmonik.

Der Arzt Hans Weiers wurde durch die Bücher Kaysers angeregt, auf neuartige Weise biophysikalische Messungen in der Homöopathie[199] durchzuführen, und stieß dabei auf Phänomene, die ihn veranlaßten, ein neues Therapieverfahren zu entwickeln: die Bioscillator-Therapie. Diese basiert auf der an sich bekannten Tatsache, daß mit Hochfrequenzschwingungen Bestrahlungen durchgeführt werden können, nur werden in diesem Fall *zwei* verschiedene Schwingungen (also ein Intervall) verwendet, deren Interferenzverhältnisse so abgestimmt sind, daß ihre Resultante faktisch einen Null-Wert hat[200]. Weiers hat nach längeren Experimenten und bemerkenswerten Erfolgen schließlich ein leicht zu handhabendes Gerät konstruiert (Bioscillator), das auch von anderen Ärzten verwendet wird. Er kennzeichnet sein Verfahren mit Worten, welche sehr gut zu den Forschungen Hildebrandts passen, die er freilich damals noch nicht kennen konnte[201]: »Einem aus dem Gleichgewicht geratenen organismischen System wird durch zwei in einem polaren Gleichgewicht schwingende Wellen eine neue Gleichgewichtslage induziert.« Weiers hat aufgrund der — übrigens auch in der Veterinärmedizin gezeitigten — Erfolge seiner Bioscillator-Therapie später Versuche mit »Intervallen« von Wasserwellen unternom-

men. Er konstruierte einen »Hydrovibrator«, in welchem ein harter Druckstrahl in zwei verschiedene, harmonisch abgestimmte Pulsationswellen verwandelt wird, und konnte auf diese Weise den therapeutischen Erfolg von Kaltwasseranwendungen erheblich steigern[202]. Für uns ist von besonderer Bedeutung die Tatsache, daß sowohl beim Bioscillator als auch beim Hydrovibrator die verwendete Proportion 2 : 3 (Quinte) ist, mithin eines der konstituierenden Intervalle der Tonsystematik und der Musik überhaupt, das sich experimentell als am besten geeignet für die Heilwirkungen im angegebenen Sinn erwiesen hat[203].

Während es sich bei den geschilderten Heilverfahren tatsächlich um Intervalle handelt, ist dies in einem anderen Fall offenbar nicht erforderlich; wir wollen aber dennoch einen Hinweis geben. Einer Zeitungsnotiz[204] zufolge hat man nämlich erfolgversprechende Versuche unternommen, mit Ultraschall zu operieren, genauer gesagt, Knochen zu »schweißen«. Dieses Verfahren soll in Moskau entwickelt worden sein und sich auch in der DDR im Erprobungsstadium befinden. Wir übernehmen diese Mitteilung nur deshalb, um auch in diesem Rahmen darauf hinweisen zu können, daß unter Umständen einmal eine Erweiterung der Harmonik auf den Ultraschallbereich erfolgen könnte, der in zunehmendem Maße wissenschaftlich erschlossen wird.

Wenn im Zusammenhang mit harmonikalen Gedankengängen von Therapie die Rede ist, wird vielen Lesern sicher zuerst ein von uns noch nicht erwähntes Gebiet einfallen, das nunmehr besprochen werden soll: die Musiktherapie. Daß man mit Hilfe von Musik heilen kann, insbesondere psychisch gestörte Patienten, ist heute weithin bekannt, so daß wir hier keine umfangreiche Einführung zu geben brauchen. Auch daß es verschiedene Möglichkeiten gibt, zum Beispiel die rein passive »Berieselung« mit Musik oder die aktive Mitgestaltung durch den Kranken, darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden. Demgegenüber weiß man weniger davon, daß es einen Zweig der Musiktherapie gibt, der direkt etwas mit der Harmonik zu tun hat. Man pflegt ihn als »Schwedische Musiktherapie« zu bezeichnen, da er vor allem auf den Schweden Aleks Pontvik zurückgeht, der sich ausdrücklich auf Kayser beruft[205]. Bekannter ist sein Verfahren noch unter der Bezeichnung »Psychorhythmie« geworden; es hat als Grundlage ein sogenanntes Psychochord, das aus dem Monochord entwickelt wurde, und die Verfahrensweise besteht darin, daß den Patienten nicht ganze Musikstücke vorgespielt werden, sondern nur Töne, Intervalle, musikalische Elemente also, bei denen die Reintonalität eine wichtige Rolle spielt. Nähere Einzelheiten sind unbekannt.

Es gibt allerdings noch eine andere Richtung der schwedischen

Musiktherapie, die offenbar selbständig von Werner Wolf Glaser entwickelt wurde und von ihm als »Intervalltherapie« bezeichnet wird. Glaser legt seinem Heilverfahren eine umfassende psychologische Analyse der einzelnen Intervalle zugrunde[206] und arbeitet charakteristische Ausdruckswerte für jedes Intervall heraus, die dann in Zusammenarbeit mit dem Patienten in sorgfältig ausgewählten Übungen realisiert werden. Ob zwischen Pontvik und Glaser irgendeine Verbindung hergestellt wurde, geht aus den uns bekannten Quellen nicht hervor.

Mehr der Kuriosität halber wollen wir einen Vorschlag wiedergeben, den Imre Sponga im Hinblick auf die Musiktherapie unterbreitet hat[207]. Er glaubt nämlich, die Auswertung von Elektronencephalogrammen musiktherapeutisch nutzen zu können und entwickelte zu diesem Zweck ein Verfahren, die Gehirnströme in der Form einer Partitur aufzuzeichnen. Daß etwas Derartiges überhaupt möglich ist, wäre vom harmonikalen Standpunkt aus sehr bemerkenswert, doch fehlt uns vorerst noch eine medizinische Bestätigung dieser Hypothese. Die weiteren Vorschläge des Autors sind für unsere Ausführungen ohne Bedeutung.

Wir können das Thema Musiktherapie nicht verlassen, ohne wenigstens kurz darauf verwiesen zu haben, daß das Heilen mit Musik bereits in der Antike existierte und insbesondere bei den Pythagoreern eine große Rolle gespielt hat. Iamblichos zufolge[208] soll Pythagoras nicht nur leibliche und seelische Erkrankungen mit Musik eingedämmt und geheilt, sondern auch Affekte aller Art mit Hilfe der Musik beeinflußt und verwandelt haben. Die Musik wurde dazu verwendet, die Seelenkräfte in ihr ursprüngliches Gleichgewicht zurückzubringen. Der Tag wurde mit Musik begonnen und mit Musik beendet, und auch sonst wurde Musik in gleichsam vorbeugender Weise zur Verhinderung von Krankheiten und zur Harmonisierung eingesetzt. Hier schließt sich also in konkreter Form, in einem Detail gewissermaßen, der Kreis zurück zu den Wurzeln unserer Betrachtungen, deren größerer Ambitus dem Zentrum und Hintergrund der gesamten pythagoreischen Philosophie gewidmet ist: den Intervallproportionen als Grundlagen in Musik und Natur gleichermaßen.[209]

Es schließt sich aber auch der Kreis zurück zum Anfang dieses Buches. Denn wir können das Kapitel über Anthropologie nicht beenden, ohne das noch einmal zu erwähnen, von dem wir ausgegangen sind: die Gehördisposition des Menschen[210]. Sie steht mit den auf sie zurückzuführenden musikalischen Grundlagen nicht nur in Analogie zu den inzwischen von uns aufgezeigten harmonikalen Naturgesetzen, sondern sie ist zugleich auch deren Bestandteil, insofern sie zum Körper

und zur Psyche des Menschen gehört. Wir erwähnten schon kurz und müssen jetzt betont darauf hinweisen, daß dabei auch im Ohr als Folge von dessen Anatomie entstehende Obertöne (subjektive oder Ohrobertöne) mitwirken, wodurch eines der wichtigsten harmonikalen Naturgesetze auch der Anthropologie zugeordnet wird. Außerdem bringt die Bildung von Kombinationstönen im Ohr als Folgeerscheinung von aufgenommenen Intervallen eine Ausweitung der Proportionenlehre mit sich, insofern die Kombinationstöne ganzzahliger Intervallproportionen — und um solche handelt es sich in allen unseren harmonikalen Betrachtungen — ebenfalls ganzzahlig sein müssen.

Die ausführlichere Behandlung dieser Gehörsdisposition würde das Kapitel über Anthropologie beträchtlich erweitern, wie denn auch die neuerliche Erwähnung aller bereits mitgeteilten harmonikalen Fakten aus Atom- und Elektrophysik, die natürlich ebenfalls zur belebten Natur gehören, eine Ausweitung mit sich bringen würde. Dieser Sachverhalt läßt noch klarer hervortreten, was ohnedies schon evident ist: daß nämlich harmonikale Gesetze in der Anthropologie offensichtlich am häufigsten vorkommen. Diese Feststellung ergänzt eine von uns bereits im Zusammenhang mit der Physik aufgeworfene Frage[211], als wir uns über die geringe Anzahl harmonikaler Gesetze in dieser der Materie zugewandten Wissenschaft Gedanken machten. Sollten beide Beobachtungen nur auf der Zufälligkeit von in so unterschiedlicher Weise bekannt gewordenen Untersuchungen beruhen? Oder könnte nicht vielmehr der schon bei Kepler vorzufindende Zusammenhang harmonikaler Normen mit finaler Betrachtungsweise hier ebenfalls bestehen? Den Menschen als die Krone der Schöpfung zu bezeichnen, ist auch in naturwissenschaftlichen Erörterungen sicher erlaubt, da sein Bereich innerhalb der sogenannten Naturreiche zweifelsohne der am höchsten entwickelte und spezifizierte ist. Legen wir aber dieser ganzheitlichen Naturbetrachtung einen finalen Aspekt zugrunde, dann erscheint uns die Verbindung dieser Perspektive mit der Häufung harmonikaler Gesetze nicht als Zufall, vielmehr bestätigen sich unsere schon früher ausgesprochenen Vermutungen.

α

Ergebnisse

Nach Abschluß unserer Beispielsammlung aus allen Gebieten der Naturwissenschaften, aus allen Bereichen der Natur, gilt es nun, die Einzelergebnisse zusammenzufassen und Folgerungen aus ihnen zu ziehen. Das wichtigste Gesamtergebnis liegt auf der Hand und bedarf daher kaum gesonderter Erwähnung: das Vorkommen von Proportionen aus überwiegend niedrigen Zahlen als Naturgesetze in allen behandelten Gebieten. Es existieren also gemeinsame Grundprinzipien, die nicht durch kausale gegenseitige Beeinflussung entstanden sind; es handelt sich um *Analogien,* ähnliche bzw. sogar identische Strukturen, die nicht homolog, durch gleiche Herkunft, zu erklären sind. Es besteht also ein *morphologischer* Zusammenhang, der sich in diesen einfachen Proportionen bekundet.

Da naturwissenschaftliche Forschung auf ganz anderen Kategorien beruht, besteht die Gefahr, daß die nachgewiesenen Gesetze durch die Naturwissenschaften unterschätzt werden, daß man sie als bloße Auch-Effekte bagatellisiert. Dieser Geringschätzung widerspricht aber die Tatsache, daß die mitgeteilten Proportionsgesetze keineswegs an untergeordneten Stellen vorkommen, sondern vielmehr häufig als Endergebnisse in Erscheinung treten, daß sie das sind, was wir öfter als »Normen« charakterisiert haben, als Grundgesetze oder Leitprinzipien in den beschriebenen Zusammenhängen.

Analoge Gesetze verbinden also die verschiedenen Teilgebiete der Natur miteinander, so daß unsere Methoden auch zu einem Gegengewicht geführt haben gegenüber dem immer stärker spürbar werdenden Auseinanderfallen der Einzelwissenschaften, der immer größer werdenden Spezialisierung des Wissenschaftlers, der heute schon kaum noch seine ganze eigene Wissenschaft zu überblicken vermag. Die einfachen Proportionsgesetze, die in allen Bereichen gleichermaßen vorhanden sind, erscheinen als ein einendes Band und geben die Möglichkeit, längst verloren geglaubte Querverbindungen wiederherzustellen und die Natur unter einem ganzheitlichen Aspekt zu betrachten.

In diesen großen morphologischen Zusammenhang ist auch der Mensch einbezogen, insofern auch bei ihm Proportionsgesetze nachzuweisen sind — räumlich und zeitlich unterliegt er, wie wir sahen, den

Bestimmungen der einfachen Zahlenverhältnisse. Der Mensch hat jedoch an dieser Gesetzmäßigkeit auch noch in anderer Weise Anteil: die Disposition seines Gehöres nämlich, das in ganz besonderer Weise auf diese Gesetze angelegt ist, liefert recht eigentlich erst den Schlüssel für die Zusammenhänge, die wir dargestellt haben. Denn die Analogien in der Natur bestünden aus nichts weiter als bloßen Zahlenpaaren, deren vielfache Identität und Exponiertheit zwar eine morphologische Betrachtung auch schon rechtfertigen würde, doch bliebe sie sozusagen im Verstande stecken, wo auch die normale naturwissenschaftliche Gesetzmäßigkeit registriert und ausgewertet wird. Dadurch aber, daß wir das Gehör in die Naturbetrachtung einbeziehen, ergeben sich zusätzliche Folgerungen, die nicht allein vom Verstand erfaßt werden.

Es zeigt sich nämlich, daß jene Zahlenpaare gerade solche Proportionen sind, die das Ohr in Intervalle umzusetzen vermag, in Sinnesqualitäten, welche die Grundlagen der Musik bilden. Mehr noch: Unter diesen werden mit auffälliger Häufigkeit gerade diejenigen in der Natur verwendet, die unsere Gehörsempfindung als Konsonanzen beurteilt, wobei fallweise auch das Dur-Prinzip in Erscheinung tritt. Also sehr spezifische Zahlenverhältnisse sind es, die als Normen in der Natur vorkommen, und diese Feststellung gelingt ausschließlich durch Einbeziehung der Kategorien des Gehörssinnes in die Naturbetrachtung. Aber nicht nur eine beträchtliche Erweiterung der Interpretation der behandelten Zahlengrundlagen ist auf diese Weise möglich, sondern es vergrößert sich auch der Umfang des mit diesen Mitteln bezeichneten Weltbildes. Dies nicht allein durch die Beteiligung des Gehörssinnes an der Naturbetrachtung, wie wir soeben schon feststellten, sondern auch durch die Einbeziehung der psychischen Empfindungen, die ja erst die Begriffe »Intervall«, »Konsonanz«, »Dur« usw. ermöglichen, und außerdem durch Einbeziehung der Musik, deren Grundlagen weitgehend mit denselben Begriffen identisch sind und sich daher ebenfalls in Analogie zu den genannten Naturgesetzen befinden.

Freilich bedarf dieser große Zusammenhang noch eines Zusatzes. Wir wissen und sagten soeben wieder, daß die Intervall- wie auch die Konsonanzempfindung im Gehör entsteht. Daß bestimmte Proportionen, auf Musikinstrumenten zum Erklingen gebracht, zu Einheiten höherer Ordnung, den Intervallen, verschmelzen, die wir nur psychisch erleben und mit Worten nicht beschreiben können, und daß die mit diesen Tonpaaren zusammenhängenden Ober- und Kombinationstöne (Tonzahlen höherer Ordnung nannten wir sie einmal [212]) die ebenfalls nur gefühlsmäßige Unterscheidung von Konsonanzen und Dissonanzen bewirken, das alles vollzieht sich ausschließlich im Menschen, obschon

mit intersubjektiver Gesetzmäßigkeit. Wir haben also offensichtlich diese nur in der psychischen Empfindung des Menschen lokalisierbaren Werte auf die Natur übertragen, wo sie gar nicht existieren. Das ist in der Tat nicht zu leugnen und bedarf einer Erklärung.

Schon in der Einleitung haben wir Intervalle und Farben in Verbindung gebracht[213], weil beide Sinnesqualitäten sind. Wir wollen daher auch jetzt noch einmal zu den Farben zurückkehren, um auf einige weitere Details hinweisen zu können. Fragen wir nach dem in der Außenwelt objektiv Gegebenen bei den Farben, so antwortet uns der Physiker eindeutig, daß dort nur elektromagnetische Wellen registriert werden können; diese erzeugen im Auge, dann im Sehnerv, danach in den entsprechenden Gehirnzellen gewisse physiologische Vorgänge, und dann kommt ein bis heute nicht erklärbarer Punkt, an dem alle diese quantitativ beschreibbaren, also noch materiellen Vorgänge in die Farbempfindung — zum Beispiel grün — umschlagen[214]. Keine der beteiligten Wissenschaften vermag diesen Vorgang zu erklären. Man hat es sich früher leichtgemacht und gesagt: Farben existieren objektiv nicht, sie kommen nur in Lebewesen zustande; wären keine Lebewesen da, gäbe es keine Farben. Dieser These hat Walter Heitler entgegengesetzt[215]: »Mit gleicher Logik könnten wir schließen: elektromagnetische Wellen existieren nicht, wenn keine Wesen da sind, die sie messen können. Man könnte sogar hinzufügen: und ihre Gesetzmäßigkeiten existieren nicht, wenn keine Physiker da sind, die ihr Verhalten theoretisch verstehen und berechnen können.«

Diese Klarstellung zeigt, wie unsinnig es ist, nur bestimmten Fähigkeiten des Menschen (Messen und abstraktem Denken) den Zugang zur Außenwelt zu erlauben; diese von Descartes vollzogene Abspaltung ist durch nichts gerechtfertigt; *alle* Fähigkeiten des Menschen, die Zugang zur Natur haben, müßten einbezogen werden[216]. Zieht man daraus die Konsequenzen, dann heißt das im Falle der Farben, daß zur Erfassung dieses Phänomens sowohl die sogenannten objektiven Bestandteile, also zum Beispiel elektromagnetische Wellen, gehören, als auch der Mensch, in dem sich die Farbempfindung ereignet; beide Komponenten zusammen erst ergeben die vollständige Lösung des Problems.

Es ist klar, daß sich Heitlers Gedankengang auch auf andere Sinnesempfindungen übertragen läßt, vor allem auf Töne. Damit können wir wieder zu unserem Ausgangspunkt zurückkehren. So, wie zu jeder Farbempfindung in der menschlichen Psyche eine ganz bestimmte quantitative Naturgegebenheit gehört, so gehören zu den spezifischen Intervallempfindungen Paare mit konstanter Relation von Wellen-

längen oder Frequenzen, und bei den Sonanzempfindungen verhält es sich entsprechend. Ebenso wenig wie wir bei den Farbempfindungen Natur und Mensch trennen können, vermögen wir dies bei den akustischen Sinnesqualitäten. Freilich denken wir beim Gehör normalerweise nicht an die Natur — es sei denn im Falle des Vogelgesanges —, sondern an Musikinstrumente, mit denen eben jene Frequenzen oder Wellenlängen erzeugt werden, die sich dann in Intervalle umsetzen. Die harmonikale Naturbetrachtung bedarf in der Tat auch der Musikinstrumente, um die von ihr ermittelten Naturgesetze in der entsprechenden Weise qualitativ sich auswirken zu lassen. Dabei muß dem Monochord der Vorrang eingeräumt werden, weil sich mit seiner Hilfe eine direkte Einstellung von Intervallen ermöglichen läßt. Aber so wie der Musiker beim Lesen der Noten schon ein Musikerlebnis hat, ohne daß ein Ton zu erklingen braucht, so vermag der Harmoniker an dem naturgegebenen Zahlenbefund alle wesentlichen Merkmale abzulesen und auch die richtigen Qualitäten hinzuzufügen. Schließlich haben wir genau das bei allen unseren Beispielen auch getan.

Man kann aber den soeben geschilderten Zusammenhang von Natur und Mensch im Falle der Sinnesqualitäten auch anders interpretieren. Wenn nur im Menschen (von anderen Lebewesen sei bewußt abgesehen) diese Empfindungen zustande kommen, also in unserem Falle Intervalle, Konsonanzen usw., dann führt eigentlich erst die Einbeziehung des Menschen überhaupt zur letzten Vollendung dieses Weltbildes! Wenn es ohne den Menschen keine Farben, Töne, Intervalle usw. geben würde, dann besagt die Tatsache, daß in der Natur gerade solche Quantitäten existieren, welche eben diese Sinneserlebnisse auszulösen vermögen, doch auch, daß diese Quantitäten hingeordnet sind auf die menschliche Empfindung, also den Menschen als Ziel haben. Die Natur »will« offenbar den Menschen auf diese Weise erreichen und einbeziehen, hat also einen teleologischen Aspekt, eine Komponente, deren Finalursache die menschlichen Sinnesempfindungen sein könnten.

Diese metaphysische Deutung entspricht aber einem Tatbestand, auf den wir im Laufe unserer Untersuchungen verschiedentlich verweisen konnten. Es war dies das auffallende Vorkommen harmonikaler Gesetze an Endpunkten, in fertigen Gestalten: bei den Planetenharmonien Keplers, bei den Kristallen, bei der menschlichen Gestalt, um nur die wichtigsten Beispiele zu erwähnen. Ist dies vielleicht wirklich auf eine der Natur innewohnende Finalität zurückzuführen? Wir weisen nicht ohne Grund auf diese Möglichkeit hin; denn in der Biologie ist eine derartige Deutung und Betrachtungsweise der verschiedensten Naturvorgänge schon länger üblich, wobei wir vor allem an die For-

schungen von Adolf Portmann denken, der Begriffe wie »Innerlichkeit« und »Selbstdarstellung« eingeführt hat, um Phänomene bei Pflanzen und Tieren zu beschreiben, die mit den herkömmlichen naturwissenschaftlichen Methoden nicht erfaßt werden können[217]. Und auch Walter Heitler, auf dessen Werke wir uns häufig beziehen, sei in diesem Zusammenhang noch einmal erwähnt, da auch er auf die Unerklärbarkeit vorherbestimmter Formen in der Natur hinweist und von einem Plan spricht, der offenbar hinter allem liegt, was gestalthaft und ganzheitlich ist[218]. Wir sind der Meinung, daß auch die von uns zusammengestellten harmonikalen Gesetze Hinweise auf eine derartige Naturordnung sind und daß ihre Beachtung mithelfen könnte, die Natur besser zu verstehen.

Wir haben den Menschen auf zwiefache Weise mittels harmonikaler Gesetze in die Natur einbezogen: durch auch bei ihm nachweisbare Proportionen, also durch Quantitäten, wie sie ebenfalls in anderen Bereichen vorkommen, und durch die Hinordnung aller dieser Quantitäten auf seine Gehördisposition, durch die eine qualitative Interpretation dieser Naturgesetze ermöglicht wird. Der Mensch hat durch die harmonikalen Gesetze quantitativen *und* qualitativen Anteil an der Natur, mit der er durch Proportionen und Harmonien (so nannte noch Kepler die Intervallgesetze) analogisch verbunden ist und die er nicht nur mit dem Verstand begreift, sondern zu der auch seine psychischen Empfindungen einen Zugang vermitteln. Das aber sind die Grundlagen wissenschaftlicher Naturerkenntnis, wie sie in der Antike aus einem bereits vor der Wissenschaft existierenden Wissen entstanden — womit sich der Kreis unserer Betrachtungen zu unserer Einleitung schließt[219]. Dort zitierten wir schon einmal Fritz Krafft, der ausführt, daß[220] »bei den Griechen als rationale Erkenntnismittel das Denken in Proportionen und Harmonien und der Analogieschluß« entstehen. Wir sind also gleichsam aus den Wissenschaften zurückgekehrt zum Wissen der Alten und haben mit unserer harmonikalen Bilanz gezeigt, daß sie recht hatten.

Wir vermögen jetzt aber auch noch zu einem anderen Sachverhalt eine Ergänzung zu geben. Im Zusammenhang mit dem Zitat von Krafft stellten wir in der Einleitung die Begriffe Harmonik und Harmonie einander gegenüber, um klar zu machen, daß sie auf zwei verschiedenen Ebenen liegen; Harmonik ist ein wertfreier wissenschaftlich-methodologischer und Harmonie ein ästhetischer Begriff. Nunmehr sehen wir, daß die harmonikale Methodik zu einem Ergebnis geführt hat, das sehr wohl auch mit dem Begriff der Harmonie etwas zu tun hat. Da es sich im Falle von Harmonie stets um einen Zusammenhang

mehrerer Gegebenheiten handeln muß, die eben miteinander harmonieren, und da zudem dieses Wort einen positiven Inhalt hat, entspricht die Tatsache einer Vielzahl analoger oder gar identischer Fakten (Intervallproportionen usw.) und das Überwiegen von Konsonanzen in der harmonikalen Struktur der Natur genau dieser Harmonievorstellung. Man kann pointiert formulieren: das Wesen der harmonikalen Harmonie ist die Analogie. Und damit haben wir zugleich noch einen weiteren direkten Bezug zur Antike, wo das Wort »logos« unter anderem auch Proportion bedeutete, der Vergleich mehrerer logoi jedoch als »analogia« bezeichnet wurde. Die von uns zusammengestellten Ergebnisse harmonikaler Naturforschung hängen also engstens mit diesen antiken Begriffen zusammen, nicht jedoch mit dem antiken Harmonie-Begriff; denn dieser hatte — in den alten Zeiten jedenfalls — eine sehr enge Bedeutung. Er entstammt dem Bootsbau, wo die Zusammenfügung der Teile so bezeichnet wurde, ging dann in die Musiktheorie über und wurde dort im Sinne von »Tonleiter« oder »Oktave« verwendet. Und daß auch Kepler einen anderen Harmonie-Begriff verwendete, sei in diesem Zusammenhang nochmals erwähnt. Die heute mit dem Wort Harmonie verbundene Vorstellung ist also auch durch harmonikale Methodik zu verwirklichen, so daß der in Verbindung mit dem Pythagoreismus und der Harmonik oft verwendete Begriff der »Weltharmonie« sinnvoll ist, wennschon die Berechtigung seiner Anwendung erst jetzt wissenschaftlich begründet werden kann.

Freilich wird man fragen, was das denn — abgesehen vom historisch-philologischen Zusammenhang — für einen praktischen Nutzen habe, der doch gewiß in den modernen Naturwissenschaften weitaus größer ist als der durch das Wissen der Antike vermittelte. An einen Nutzen im heute so selbstverständlichen Sinn dachten allerdings die Griechen noch nicht, ihr Wissen war kein »Herrschaftswissen«, wie Max Scheler formulierte [221], das auf Macht über die Dinge, auf praktische Anwendung und materiellen Ertrag ausgerichtet war, es war vielmehr ein »Heilswissen«, ein Wissen von einer heilen Welt mit Harmoniegesetzen, in die auch der Mensch sinnvoll einbezogen war. Genau dieses Wissen ist es aber, das durch die harmonikale Forschung wiedergewonnen wird, ein Wissen um eine auch heute noch unverändert bestehende Harmonie der Welt, zu der wir uns mit Hilfe richtig verstandener naturwissenschaftlicher Forschungsergebnisse jederzeit einen Zugang verschaffen können. Und so wie Portmann seine morphologische Naturbetrachtung als »Beitrag der Biologie zu einem neuen Weltbild« [222] auffaßt, so glauben wir, durch die harmonikale Forschung einen ähnlichen Beitrag zu einem künftigen Weltbild leisten zu können.

Die Feststellung derart häufig vorkommender geistig-ästhetischer Harmoniegesetze zwingt uns aber zu noch weiterem Nachdenken. Es kann doch von einem Zufall wohl kaum die Rede sein, wenn übereinstimmende Gesetzmäßigkeiten gänzlich unabhängig in den verschiedensten Gebieten anzutreffen sind. Vielmehr sehen wir uns gezwungen, einen Plan anzunehmen, nach welchem auch diese harmonikalen Normen konzipiert wurden — so wie schon Kepler einst von einem Plan überzeugt war [223]. Seine Vermutungen lassen sich durch die von uns aufgezeigten Ergebnisse heute in weitaus umfangreicherer Weise bestätigen. Wir sprachen bewußt von einem Plan *auch* für die harmonikalen Normen: denn zur Annahme einer Planung überhaupt zwingen bereits die Naturwissenschaften, wenn man ihre Ergebnisse folgerichtig interpretiert, wie zum Beispiel Heitler dies tut [224], für den die Existenz umfassender geistiger Gesetze derart selbstverständlich ist, daß er einem seiner Bücher den Titel »Naturwissenschaft ist Geisteswissenschaft« [225] gab. Wir wollen aber mit zwei Beispielen noch genauer fixieren, wie ein geistiger Plan aus der Sicht der Naturwissenschaften erkannt wird.

Heitler führt aus [226], daß wir aufgrund der uns bekannten physikalischen Gesetze die Entwicklung der materiellen Welt auch zurückverfolgen können; dann »käme man zu einem Zustand von höchster explosiver Potenz: riesige Temperaturdifferenzen, die Materie auf engem Raum konzentriert, ungeheure Druckdifferenzen — kurz, ein Zustand, der nur explodieren könnte«. Vor 10 bis 100 Milliarden Jahren müßte es daher jenen vielzitierten »Urknall« gegeben haben. Jedoch: es handelt sich dabei nicht nur um den Uranfang des materiellen Universums, sondern auch der physikalischen Gesetze, nach denen sich die Welt vom ersten Augenblick an entwickelt hat! Es ist daher sicher, »daß die Entstehung der Gesetze, also der Ordnung der Welt, mit zu dem Geschöpften gehört«.

Das zweite Beispiel stammt von Portmann [227], der ein berühmtes Experiment mit dem Strudelwurm schildert. Teilt man diesen Wurm quer in zwei Stücke, so formt sich jedes der beiden Teilstücke zu einem Ganzen: »Das Vorderende erzeugt eine neue Hinterhälfte, das andere Stück aber bildet einen neuen Vorderteil mit Gehirn und Augen«. An dieser Stelle könnte auch Portmann auf einen zugrunde liegenden Plan aufmerksam machen; er tut dies jedoch noch nicht, da es ihm um etwas anderes geht, nämlich zu betonen, daß die hintere Hälfte »sich selbst« ein Gehirn aufbauen kann, also jenes Organ bzw. System, das doch die letzte, oberste Instanz im lebenden Organismus ist! Das ist aber im Prinzip bei allen Lebewesen und auch beim Menschen ähnlich: die menschliche Keimzelle, die im Mutterleib ein vielzelliges Gebilde er-

richtet, baut ebenfalls unter anderem sich selbst ein Menschenhirn auf. Daraus folgt: »Immer ist dieses Gehirn das Werk einer umfassenderen Instanz, nie ist es selbst der große Ordner, auch wenn es nach seinem Aufbau einen besonders auffälligen Teil der Weltbeziehung und des inneren Ordnungsdienstes übernimmt.«

Wenn aber an zwei derart unterschiedlichen Stellen in der Natur, der reinen Materie und dem menschlichen Gehirn, ein geistiger Plan vorausgesetzt werden muß, so hat dies auch für die harmonikalen Gesetze grundsätzliche Bedeutung. Erstens deshalb, weil die Annahme, daß es sich auch bei ihnen um eine Planung handeln müsse, aus naturwissenschaftlicher Sicht nicht abgelehnt werden kann, im Gegenteil, gerade von dieser Seite her gewichtige Unterstützung erfährt. Die zweite Folgerung ist, daß auch die Mathematik wesentlicher Bestandteil der Natur sein muß, da doch die Naturgesetze mathematisch erfaßt und beschrieben werden[228] — und dasselbe gilt dann natürlich von den harmonikalen Gesetzen ebenfalls. Hier begegnen einander die von uns dargestellten und ausgewerteten harmonikalen Ergebnisse mit den grundsätzlichen Überlegungen führender Naturwissenschaftler ohne Widerspruch.

Wir erkennen aber außerdem, daß unsere einleitende Bezeichnung der Mathematik als reines Produkt des menschlichen Verstandes[229] nicht ausreichend war. Wenn Mathematik als geistiger Bestandteil der Natur nachzuweisen ist und andererseits auch das Gehirn als »Erzeuger« von Mathematik planvoll geschaffenes Organ der Natur ist, so kann man der Schlußfolgerung nicht ausweichen, daß die Mathematik auf eine dem Menschen unzugängliche höhere Ebene verweist, wie sie auch schon durch die wiederholt ausgesprochene Annahme eines Planes der Schöpfung gegeben ist. Heitler formuliert diese Konsequenz wie folgt[230]: »Mathematische Tatsachen und physikalische Gesetze haben eine Realität, deren Heimat weder die materielle Welt noch die Gehirnzellen noch so genialer Forscher ist. Sie sind nicht erfunden. Ihre Heimat ist eine Welt der Transzendenz — wie bei allem Geistigen«. Daß diese Schlußfolgerungen ebenfalls für die harmonikalen Gesetze gelten, versteht sich von selbst, da ja auch deren Grundlage die Mathematik ist.

(Bevor wir aus den obigen Gedankengängen weitere Folgen ableiten, wollen wir noch einen Augenblick bei der Mathematik verweilen, um deren Charakterisierung es soeben ging. So wie es neben der angewandten, naturgesetzlich gegebenen Mathematik eine reine bzw. absolute Mathematik gibt, existiert auch in der Harmonik ein der absoluten Mathematik vergleichbarer oder ihr zuzuordnender Bereich.

Es handelt sich da vor allem um das schon mehrfach erwähnte Lambdoma[231], dessen Funktionen wir in unserer Arbeit nur zum Teil darstellen konnten. Es mußte, da es sich um das Naturvorkommen harmonikaler Gesetze handelte, eben gerade jener Bereich unerwähnt bleiben, der nur mathematische und nicht naturgesetzliche Bedeutung hat. Wir möchten aber auf diese Ergänzung wenigstens hinweisen, zumal die Möglichkeit nicht ausgeschlossen werden kann, daß verschiedene bisher nur mathematisch darstellbare Interpretationen des Lambdoma ebenfalls in der Natur aufgefunden werden könnten. Über die erwähnten rein mathematischen Funktionen des Lambdoma wurde zusammenfassend an anderer Stelle berichtet[232].)

Mit dem Hinweis auf die transzendente Wurzel mathematischer und harmonikaler Gesetze haben wir die Grenze wissenschaftlicher Forschung erreicht. Dieser Gedankengang ist jedoch für die Harmonik von großer Wichtigkeit, weil in der Vergangenheit verschiedene Arten harmonikaler Darstellungen existierten, die nicht wissenschaftlich genannt werden können. Da nun aber das Naturfundament der harmonikalen Gesetze gesichert ist und zudem ihre Existenz auf eine höhere Ordnung verweist, muß auch die Möglichkeit einer rein geistigen Behandlung der Harmonik eingeräumt bzw. deren Vorhandensein nachträglich gerechtfertigt werden. Wir meinen damit vor allem die harmonikale Symbolik und die harmonikale Metaphysik, wie sie durch Albert von Thimus und Hans Kayser ausgebaut wurden, ohne daß ein Vorkommen harmonikaler Gesetze in der Natur ausreichend bewiesen war. Da aber harmonikale Naturgesetze wahr sind, kommt auch den bisher bloß logisch oder mathematisch formulierten harmonikalen Theoremen größere Bedeutung zu. Wir kommen damit auf einen schon einleitend[233] skizzierten Sachverhalt zurück, ohne indessen jegliche harmonikale Spekulation für richtig zu erklären. Wir wollen auf diese Zusammenhänge hier auch nicht weiter eingehen, da die Bücher von Thimus und Kayser zur Verfügung stehen und wir eigene Gedanken zu einer harmonikalen Erkenntnistheorie schon früher zusammenfassend dargestellt haben[234].

Es ist uns aber wichtig, außer auf die bekannten spekulativen Formen der Harmonik noch auf eine weitere, bisher nicht ausgebaute Möglichkeit harmonikaler Metaphysik wenigstens andeutend hinzuweisen. Neben der notwendigen Anerkennung der Abhängigkeit harmonikaler Gesetze und Ordnungen von der Transzendenz fordert uns zu diesen metaphysischen Überlegungen die spezifische Struktur dieser Normen auf, nämlich ihr analoges Vorkommen in den verschiedensten Gebieten. Irdische, sozusagen *horizontale* Analogien haben wir überall

nachweisen können — wäre es daher denkbar, daß die Seinsabhängigkeit dieser harmonikalen Ordnung darin bestünde, daß es auch gleichsam *vertikale* harmonikale Analogien zu höheren Seinsweisen geben könnte?

Kaysers harmonikale Metaphysik geht im wesentlichen darauf hinaus, die harmonikalen Gesetze als Ideen im Sinne Platons aufzufassen, und ähnlich sieht auch Heitler das transzendente Wesen der Mathematik. Dieser Gedanke ist angesichts der philosophischen Tradition des Abendlandes naheliegend, und wir wollen ihm auch keineswegs widersprechen. Wir glauben jedoch, daß eine Differenzierung dieser Vorstellung möglich ist, die — um einen Vergleich innerhalb der Philosophiegeschichte zu verwenden — einer Formulierung des Problems im neuplatonischen Sinn nahekommt. Platon selbst sah eine Analogie zwischen den Ideen und ihren Abbildern in der Welt [235], und das wäre eine vertikale Analogie, doch halten wir es für denkbar, daß zwischen Urbilder und materielle Welt Schichten, Stufen immateriellen Seins eingeschoben sein könnten, die ebenfalls harmonikal strukturiert sind — das ist der neue Gedanke, den wir hinzufügen wollen.

Unsere Vermutung stützt sich auf verschiedene Hinweise aus neuerer Zeit, doch liegen deren Wurzeln zum Teil weit zurück. Erinnern wir uns daran, daß Iamblichos der Auffassung war, Pythagoras habe mediale Fähigkeiten besessen, Einblick in jenseitige Welten gehabt und daher die Sphärenmusik real vernehmen können [236]. Während man solchen Äußerungen heute allgemein mit Skepsis begegnet, nimmt sie interessanterweise ein klassischer Philologe, der ein Spezialist gerade auf dem Gebiet des Pythagoreismus ist, ernst; Walter Burkert glaubt nämlich, aufgrund unserer Kenntnisse über die nachweislich übernatürlichen Fähigkeiten von Schamanen gewisse Parallelen zu Pythagoras ziehen zu dürfen, und hält es daher für durchaus möglich, daß Pythagoras in ekstatischer Entrückung himmlische Musik habe hören können [237].

Gänzlich anders gelagerte Forschungen beweisen heute die Existenz von etwas ebenso Übernatürlichem, das schon seit Jahrhunderten immer wieder von Medien beschrieben wurde: die Aura des Menschen. Wie wir schon mitteilten [238], gibt es in den Ostblockstaaten eine gut ausgebaute parapsychologische Forschung, und in Rußland ist es sogar gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, mit dessen Hilfe man diese Aura photographieren kann [239]. Aber keineswegs besitzt nur der Mensch einen derartigen immateriellen »Energiekörper«, sondern unter anderem auch die Pflanzen. Es wurde nun ein geradezu sensationelles Experiment gemacht: Ein Blatt wurde mitsamt seiner Aura photogra-

phiert, dann schnitt man das Blatt durch und entfernte einen Teil, worauf nochmals photographiert wurde, und es erschien auf dem Bild dennoch die gesamte Aura! Es konnte außerdem nachgewiesen werden, daß bei Amputation von menschlichen Körperteilen deren Aura ebenfalls weiterhin existiert[240]. Zweifellos gibt es also nicht-materielle und unseren Sinnen unzugängliche »Doubles« von Gestalten der materiellen Welt, so daß die alten Aussagen über Aura, Astralleib usw. plötzlich in einer ungeahnten Weise wissenschaftliche Bestätigung erhalten haben. Uns fällt sofort ein, daß Aristoteles mit seiner metaphysischen These von Form und Stoff eben das gemeint haben könnte, was heute nachweisbar ist: die Form als das geistige Prinzip aller Dinge wäre der Astralleib, durch den alles Stoffliche seine Gestalt erhält. Dann aber wäre z. B. auch der Körperbau des Menschen auf diese Weise vorgeformt, und wir hätten sogar die Möglichkeit, die Physiognomik als weitere Differenzierung ernsthaft in diesen Zusammenhang einzubeziehen. In diesen Fällen spielen aber auch harmonikale Gesetze eine Rolle[241] — und damit wäre eine Brücke denkbar aus der materiellen Welt wissenschaftlich nachweisbarer harmonikaler Gesetze zu einem immateriellen Bereich, der aber nicht mit den platonischen Ideen identifiziert werden kann, sondern der offenbar eine feinstoffliche höhere Ebene ist, wo es ebenfalls Gestalten gibt.

In diesem Zusammenhang möchten wir auch auf ein historisches Beispiel hinweisen. Es betrifft den bedeutenden Visionär der Barockzeit Emanuel Swedenborg (1688—1772), dessen Hellsichtigkeit erwiesen ist und der zu den angesehensten Persönlichkeiten im damaligen Schweden gehörte — nicht aufgrund seiner Hellsichtigkeit, sondern wegen seiner universellen geistigen Fähigkeiten. Er hatte um die Mitte seines Lebens Visionen, die er genauestens aufzeichnete, führte aber sein normales bürgerliches Leben weiter. Das zentrale Thema der Darstellungen Swedenborgs ist der Gedanke der Ensprechungen, das heißt die Lehre, daß unsere materielle Welt genaues Abbild einer geistigen Welt ist, in der sich ein Leben ganz ähnlich dem unsrigen abspielt, und wenn man Swedenborg vertrauen darf, so können wir uns dieses Leben gar nicht irdisch genug vorstellen! Der religiöse Aspekt seiner Visionen interessiert in unserem Zusammenhang weniger, doch gibt es in dieser transzendenten Welt auch Zahlengesetze, von denen bei Swedenborg mehrfach die Rede ist[242]. Diese Zahlen lassen sich mit der uns geläufigen Zahlensymbolik in gewisse Übereinstimmung bringen, interessanter ist jedoch, daß Swedenborg auch ausgesprochen harmonikale Aussagen macht. Er sagt zum Beispiel, daß die Harmonien musikalischer Klänge aus der geistigen Welt kommen[243], oder daß die

Sprache himmlischer Geister Zahlengesetzen folgt, die den Rhythmen und Harmonien unserer Lieder gleicht[244]. Beachtlich ist ferner, daß laut seiner Darstellung der Verdoppelung und auch der Halbierung unserer Zahlen in der geistigen Welt Wesensgleichheit, Identität entspricht[245]; das ist aber eine Analogie zur Oktavtransposition, insofern Verdoppelung und Halbierung (sowie alle Zweierpotenzen) von Frequenzen oder Wellenlängen Oktaven des Ausgangstones produzieren, die wir hinsichtlich des Toncharakters als identisch empfinden. Abgesehen von diesen Einzelheiten spielt der Harmoniebegriff bei Swedenborg im Zusammenhang mit der Schilderung höherer Welten eine große Rolle[246], und dessen Verbindung mit seinem zentralen Anliegen der Entsprechungen bringt recht genau das zum Ausdruck, was wir unter vertikaler Analogie verstehen. Swedenborg macht übrigens im Hinblick auf Zahlen auch aufmerksam[247] auf die Vision des Propheten Ezechiel vom Tempel[248], die für unser Thema deshalb Bedeutung hat, weil sie sehr ausführliche Angaben enthält, aufgrund derer eine Rekonstruktion des Tempels möglich ist. Das ist in der Tat auch verschiedentlich versucht worden[249], doch stammt die interessanteste Arbeit von keinem Geringeren als Johann Jakob Balmer (1825—1898), dem für die moderne Atomphysik und Chemie hochbedeutsamen Entdecker des Wasserstoffspektrums; er schrieb seine Habilitationsschrift über diese Vision[250] und nahm eine imponierende detaillierte Darstellung des Tempels mit Zeichnungen und Berechnungen vor, wobei auch viele Intervallproportionen auftreten.

Der von uns skizzierte Versuch einer Glaubhaftmachung immaterieller transzendenter Welten von analoger Beschaffenheit zur unsrigen und damit auch die Annahme harmonikaler Strukturierung dieser Bereiche wird naturgemäß auf mancherlei Skepsis stoßen; das ist uns völlig klar. Es lassen sich in der Metaphysik keine *Be*weise führen, aber wir können dennoch durch *Hin*weise auf geeignete Erkenntnisse eine Annäherung an unseren Standpunkt zu erreichen versuchen. Dies geschah bereits durch die Berichte aus der russischen Psi-Forschung.

Aus den USA stammt ein weiterer Beleg, der für unsere Hypothese einer vertikalen Harmonik bedeutungsvoll ist. Dort haben die Mitteilungen des Trance-Mediums Edgar Cayce (1877—1945) großes Aufsehen erregt durch eine Vielzahl von okkulten Heilungen, deren Echtheit durch strengste wissenschaftliche Prüfungen erwiesen ist. Man hat Cayce dann auch über andere Dinge befragt und höchst überraschende Auskünfte erhalten, die noch längst nicht voll ausgewertet werden konnten; es existieren 14 246 sogenannte »readings« von ihm, protokollierte Mitteilungen, die er im Zustand des Tiefschlafes machte,

und man ist in der »Edgar Cayce Foundation« seit Jahren darum bemüht, dieses ungeheure Vermächtnis zu katalogisieren und wissenschaftlich zu erschließen. Es gibt in diesen »readings« auch Hinweise, die unser Thema betreffen, und diese sind zusammengefaßt mit folgenden Worten publiziert worden [251]:

> Der Kosmos wurde geformt nach und auf der Grundlage von Gesetzen, deren Äußerungen bekannt geworden sind als Musik, Arithmetik und Geometrie; sie bewirkten Harmonie, Ordnung und Gleichgewicht. Durch den Wechsel der Schwingungsverhältnisse — der Wellenlänge und der Frequenz sozusagen — entstanden unterschiedliche, ja veränderliche Bewegungen, Modelle, Formen und Stoffe... Jedes Modell enthält von Natur aus seinen eigenen Entwurf, zu wachsen und sich zu entwickeln, der dem Klang eines bestimmten musikalischen Tones entspricht... Alle Materie bewegte und veränderte sich, nahm die ihrer Schwingung gemäße Gestalt an und überließ sich der vom Gesetz der Anziehung und Abstoßung, des Positiven und des Negativen entfachten Aktivität.

Eine noch engere Verbindung ist zwischen der erwähnten Psi-Forschung und anderen okkultistischen Dokumentationen von hoher Glaubwürdigkeit herstellbar. Diese Verbindung ist möglich durch Hinweise von beiden Seiten auf die »odische« Kraft bzw. Energie, die der Chemiker Carl von Reichenbach (1788—1869) entdeckte [252] und die dem entsprechen könnte, was wir als Aura bezeichneten. Genau um dieselbe Energie handelt es sich nämlich auch in den vielen Beispielen aus okkultem Bereich, die von Johannes Greber [253] dargestellt wurden und die ein Bild höchster Eindringlichkeit von jener transzendenten Welt liefern, um deren Andeutung es uns geht. Dieses Bild stimmt in unübersehbarer Weise mit den Darstellungen Swedenborgs überein, obwohl dessen Visionen im historischen Teil des Buches merkwürdigerweise nicht erwähnt werden. Nachdenklich macht aber auch, daß, wie schon erwähnt, sowohl die Aura zwei Grundfarben haben soll (Blau und Rot) als auch die von Reichenbach beschriebene »odische Lohe«, ein vom odischen Prinzip ausgehender dualistischer Impuls mit polaren Eigenschaften, der Hellsichtigen als dunst- oder rauchähnlich und im Dunklen leuchtend erscheint [254]. Reines Blau und reines Rot haben Wellenlängen von 470 nm bzw. 702 nm, verhalten sich also zueinander wie 2 : 3 (470 : 702 = 0,669; 2 : 3 = 0,667), bilden mithin eine Quinte, und diese ist — neben der Oktave — das charakteristische Intervall, das von den für das Leben wichtigsten chemischen Elementen gebildet wird [255]. Die Quinte ist aber auch dasjenige Intervall, das bei der erwähnten [256] Bioscillator- und Hydrovibrator-Therapie verwendet wird, weil sich dieses Intervall empirisch als das am besten geeignete erwies,

um »einem aus dem Gleichgewicht geratenen organismischen System ... eine neue Gleichgewichtslage zu induzieren«, also eine Harmonisierung bzw. Heilung herbeizuführen.

Könnten hier Zusammenhänge im Sinne der von uns angenommenen vertikalen Analogie vorliegen? Es läßt uns überdies aufhorchen, daß Reichenbach in dem von ihm entdeckten und erforschten Od das formgebende Prinzip schlechthin sah, das seiner Ansicht nach schon früher unter anderen Bezeichnungen bekannt war; und unter anderem nennt er dabei auch Platons »Weltseele« [257]. Platon stellte jedoch diese Weltseele im Dialog »Timaios« [258] als Tonleiter dar, dachte also an ein harmonikales Prinzip — und damit schließt sich ein Kreis von Hinweisen, die unserer Meinung nach größere Bedeutung haben dürften.[259] Wir sind weit davon entfernt, von der Flut der heute angepriesenen okkultistischen Literatur davongeschwemmt zu werden, und neigen sehr zur Skepsis. Die wenigen genannten Quellen scheinen uns jedoch zuverlässig und geeignet, unsere These von der Möglichkeit einer vertikalen Entsprechungslehre im Bereich harmonikaler Metaphysik wirksam zu unterbauen.

Fassen wir unseren metaphysischen Vorschlag noch einmal zusammen, damit keine Mißverständnisse entstehen: Die harmonikale Forschung weist in der Natur Musikgesetze nach, die ein Netz von Analogien, Entsprechungen bilden und damit der irdischen Welt eine (horizontale) Strukturierung geben; andererseits existieren in Vergangenheit und Gegenwart glaubhafte Hinweise auf reale, jedoch immaterielle Entsprechungen zu unserer irdischen Welt, so daß wir es für möglich halten, auch zu dieser Art von Entsprechungen könnten harmonikale Strukturen gehören, die dann sozusagen vertikal, in eine unserer Erkenntnis nicht zugängliche Dimension hinein, verlaufen würden.

Unsere metaphysische Hypothese ergänzt ältere Darstellungen von uns, in denen der Versuch unternommen wurde, die Harmonik zu alten Weisheitslehren in Beziehung zu setzen, wie sie als »heile Überlieferung« vor allem von René Guénon [260] bezeichnet wurden. Es ist auch für diesen Zusammenhang von Bedeutung, daß wir das Vorhandensein von Proportionen und Harmonien in der Natur nachweisen konnten und damit auf jene Prinzipien gestoßen sind, die einst aus vorwissenschaftlichem Denken übernommen wurden und den Anfang wissenschaftlicher Verfahrensweise kennzeichnen. Danach begann die abendländische Geistesgeschichte, deren Verlauf Guénon bezeichnenderweise als Abstieg beurteilt [261]; die erste Stufe des Abstieges nimmt er an der soeben gekennzeichneten Stelle in der Antike an, die zweite,

größere, in der Renaissancezeit. Wir haben schon einmal mit anderen Argumenten versucht, die Harmonik gleichsam neben die abendländische Kulturgeschichte zu stellen [262], deren Verlauf dabei ausklammernd, überspringend — als »Utopie« freilich konnten wir diesen Versuch nur bezeichnen. Auch unsere neue metaphysische Hypothese bezieht Lehren ein, die nicht zum breiten Strom unserer geistigen Vergangenheit gehören oder höchstens Randerscheinungen waren. Wenn heute das sogenannte naturwissenschaftliche Weltbild als vorerst letzte Stufe dieser abendländischen geistigen Entwicklung zunehmender Kritik ausgesetzt ist — wir zitierten mit Heitler und Portmann zwei der bekanntesten und kompetentesten Kritiker —, so ist darin auch im Sinne Guénons Folgerichtigkeit zu erblicken. Und sinnvoll wäre es deshalb auch, daß die Harmonik und das von ihr gezeichnete Weltbild weniger im Hauptstrom dieser abendländischen Tradition verwurzelt ist, als in geistigen Bereichen, die verkannt wurden und daher ohne große Wirkung blieben.

Wir haben diesen Überblick bewußt pointiert dargestellt und sehen in Wahrheit die abendländische Geistesgeschichte nicht so negativ wie Guénon — ganz abgesehen davon, daß wir uns in dieser Arbeit immer wieder auf naturwissenschaftliche Forschungen berufen haben und bei den zitierten okkultistischen Entsprechungen christliche Quellen benutzten, also Zeugnisse aus dieser abendländischen Tradition. Es mußte jedoch verdeutlicht werden, daß die harmonikale Methodik zu ganz anderen Ergebnissen führt als die rein naturwissenschaftliche, und dazu gehört unserer Auffassung nach auch die Verbindung mit anderen geistigen Strömungen und der Versuch, neue metaphysische Perspektiven zu gewinnen.

α

Der sogenannte »Goldene Schnitt« (GS) ist ein mathematisches Teilungsverfahren mit irrationalem Ergebnis und hat daher mit Harmonik nichts zu tun. Es wurden jedoch in der Vergangenheit immer wieder Probleme und Ergebnisse mit ihm in Zusammenhang gebracht, die in Wahrheit rein harmonikal sind, und wir mußten daher, als wir solche Beispiele brachten, schon auf diese Mißverständnisse hinweisen. Der Zusammenhang ist jedoch komplexer und bedarf einer ausführlicheren Darstellung, die wir an dieser Stelle nachtragen.

Wir haben das anstehende Problem schon früher prinzipiell diskutiert[263] und können daher verschiedene Details übergehen (z. B. seine Geschichte und das Gebiet der bildenden Kunst), doch müssen wir uns ausführlicher jenen Bereichen zuwenden, die naturwissenschaftlich erforschbar sind.

Es handelt sich bei dem sogenannten GS um eine bestimmte Streckenteilung, die mathematisch als stetige geometrische Proportion zwischen drei ungleichen linearen Größen bezeichnet wird, von denen das kleinste Glied sich zum mittleren wie dieses zum größeren verhält und das größte Glied gleich der Summe der beiden anderen ist. Die Bezeichnung »sectio aurea« wird Leonardo da Vinci zugeschrieben, doch existieren auch andere Benennungen, zum Beispiel »proportio divina« oder »sectio proportionalis«. Fra Luca Pacioli hat für die beiden Unterteile des GS die Bezeichnungen major (M) und minor (m) eingeführt, und wenn man sich dieser bedient, läßt sich die gegebene Definition sehr einfach zum Ausdruck bringen, wobei die beiden häufigsten Zahlenangaben sogleich hinzugefügt sein sollen:

m : M	=	M : (m+M)	(Die Dezimalbrüche müßten eigentlich 0,382... bzw. 0,618... usw. geschrieben werden, da sie unendlich sind.)
0,382 : 0,618	=	0,618 : 1	
oder 0,618 : 1	=	1 : 1,618	

Wir erkennen bereits das interessante Zahlenspiel, das beim GS auftritt und vielleicht zu seiner Faszination beigetragen hat; es braucht uns nicht weiter zu beschäftigen, doch sei auf den Wert 0,618 schon jetzt aufmerksam gemacht, der einer der Hauptwerte des GS ist und der, wie wir sehen werden, den eigentlichen Anlaß für die Einbeziehung

dieses Problems in unsere Ausführungen bildet. Ungeachtet aller kritischen Bemerkungen, die wir später anzubringen haben, sei ganz klar festgestellt, daß der GS selbstverständlich ein völlig legitimes Verfahren mit interessanter arithmetischer und geometrischer Bedeutung ist, gegen das wir keinerlei Einwände erheben können. Letztere beziehen sich lediglich auf seinen Mißbrauch, seine fälschliche Übernahme in andere Gebiete. Bereits in der Antike war klar, daß es für den Hauptwert des GS (0,618) eine Annäherungslösung gibt, nämlich die Proportion 5 : 8 (= 0,625), die tatsächlich nur um 0,007 abweicht; dies wird in einem Scholion zu Satz 11 im zweiten Buch von Euklids »Elementen« angegeben [264]. Damit aber existiert fast gleichaltrig mit dem GS bereits eine Vereinfachung, die auch zugleich harmonikal ist! Denn 5 : 8 ist die kleine Sexte, und die Differenz ist derart gering, daß der richtige Wert des GS selbstverständlich in den Zurechthörbereich der kleinen Sexte fällt. Diese Tatsache ist es auch, aus der sich die zu schildernde Problematik entwickelt, und wir haben hier bereits den Punkt erreicht, an dem die harmonikale Behandlung des GS als sinnvoll legitimiert ist.

Wäre der GS mitsamt seiner harmonikalen Annäherungslösung eine rein mathematische Angelegenheit geblieben, so könnte sich unser Interesse auf die mitgeteilte Annäherungslösung beschränken. In der Renaissancezeit aber, in der durch die Humanisten eine Wiederbelebung der antiken Literatur einsetzte, wurde auch der GS wieder aufgegriffen und diesmal einer weit eingehenderen Würdigung unterworfen, als dies offenbar in der Antike der Fall gewesen war. Insbesondere beschäftigte sich Luca Pacioli (eigentlich Fra Luca de Burgo, um 1445 bis 1514), Theologe und Mathematiker, in seinem berühmten Buch »Divina proportione« [265] mit ihm, zu dem Leonardo da Vinci die Abbildungen beisteuerte. Dieses Buch bedeutet den entscheidenden Wendepunkt in der Geschichte des GS, insofern Pacioli zunächst einmal eine theologische Apotheose unternimmt; denn er bezieht den GS symbolisch auf das Dogma von der Trinität, da der GS aus drei Teilen besteht, die aber doch untrennbar sind und eine Einheit bilden. Er bezeugt dieser Unitrinität mit überschwenglichen Prädikaten höchste Anerkennung und unternimmt zugleich den Versuch, den GS als ein umfassendes Kunstgesetz darzustellen, das für die Architektur, die Buchstaben des Alphabets und die menschliche Gestalt grundlegende Bedeutung haben soll. Damit ist der GS in die Symbolik und Ästhetik überführt worden und beginnt nun in dieser angewandten Form zusätzlich zu seiner Bedeutung für die reine Mathematik gleichsam ein Eigenleben.

Selbstverständlich ist es möglich, daß ein Architekt sich als Grundlage für seine Entwürfe des GS bedient; denn dieser läßt sich mathe-

matisch und zeichnerisch recht einfach bewältigen, und es gibt in der Geschichte der Baukunst bis in die Gegenwart (z. B. bei Le Corbusier) Beispiele für ein solches Vorgehen. Etwas anderes ist es aber, an vorhandenen Bauwerken oder Ruinen, deren Konstruktionsprinzipien unbekannt sind, *nachträglich* beweisen zu wollen, daß der GS als Leitprinzip verwendet wurde, wie Pacioli dies unternimmt. Abgesehen von allgemeinen Schwierigkeiten der Vermessung (Ansatzpunkte, Mauerdicken usw.) ist eine Grundbedingung für den Beweis natürlich eine zureichende Genauigkeit, mit der die ganze Hypothese steht und fällt. Wir wissen aber bereits, daß dicht bei dem GS-Wert 0,618 die Proportion 5 : 8 der kleinen Sexte liegt, und ob eine Meßgenauigkeit von 0,007 bei Bauwerken möglich ist und von Pacioli erreicht wurde, ist stark zu bezweifeln. Hinzu kommt, daß uns durch Vitruvius Pollio [266] aus der Antike überliefert wurde, daß man nach Intervallproportionen baute, wie wir denn auch aus dem Mittelalter sehr gute Belege für das gleiche Verfahren besitzen, während ein Bauen nach dem GS als Methode nicht bekannt wurde. Wir müssen also bei solchen nachträglichen Beweisführungen schärfste Bedenken anmelden und können Paciolis diesbezügliche Behauptungen keineswegs für bewiesen erachten. Vielmehr sind wir geneigt, sie als Belege für das Vorkommen der kleinen Sexte hinzunehmen, da ihre Verwendung aufgrund der Überlieferung wesentlich wahrscheinlicher ist. Hier also sind wir mitten in der angekündigten Problematik: *Beweise für das Vorkommen des GS können in Wahrheit Beweise für harmonikale Proportionen sein.*

Der weitere »Fortschritt« in der Geschichte des GS ist dann seine Einbeziehung in naturwissenschaftliche Betrachtungen. Kepler scheint einer der ersten gewesen zu sein, der auf solche Möglichkeiten aufmerksam machte. Er wußte von dem engen Zusammenhang des GS mit Fünfeck und Fünfstern, da insbesondere bei letzterem der GS unzählige Male als Streckenteilung vorkommt. Kepler bringt diese Gesetzmäßigkeit mit den fünfzähligen Blüten von Pflanzen in Verbindung — mit voller Berechtigung in diesem Falle. Zu einer umfassenden naturwissenschaftlichen Betrachtung des GS kommt es aber erst im 19. Jahrhundert, als insbesondere Adolf Zeising zahlreiche Schriften über seine naturwissenschaftliche und ästhetische Bedeutung verfaßte und ihm darin die Rolle eines die ganze Natur und Kunst durchdringenden morphologischen Grundgesetzes zuschrieb. Der GS ist daher auch Mittelpunkt seiner in Anlehnung an Hegel verfaßten Ästhetik [267]. Zeising war der eigentliche Bahnbrecher für dieses Thema, doch gab es neben ihm auch andere Autoren wie F. Xaver Pfeifer [268], der selbständige Überlegungen anstellte und erst später auf die Schriften Zeisings stieß,

zu denen er teilweise kritisch Stellung nahm. Er stellte nämlich in den Werken Zeisings eine bedenkliche Ungenauigkeit der Messungen fest[269] und wies nach, daß dieser sogar stärkere Abweichungen ignorierte. Damit wäre für uns das Problem eigentlich bereits erledigt. Denn wir können hier nur wiederholen, was wir bei Pacioli schon im Falle der bildenden Kunst vorbrachten, daß nämlich gerade die Meßgenauigkeit das Wesentlichste an der ganzen Beweisführung ist. Pfeifer hat aber selbst keineswegs eine größere Meßgenauigkeit als Zeising anzubieten, vielmehr begnügt er sich von vornherein mit Annäherungslösungen, wobei er sich eines bestimmten mathematischen Verfahrens bedient, das auch Zeising anwendet und das mit dem GS in sehr engem Zusammenhang steht. Es handelt sich um die sogenannte *Fibonacci-Reihe* (oder Fibonacci-Folge, auch Lamésche Folge). Sie ist benannt nach ihrem Entdecker, dem ersten selbständigen bedeutenden Mathematiker des Mittelalters, Leonardo Pisano, genannt Fibonacci (1180—1240), vor allem berühmt, weil er die indischen (sogenannten arabischen) Zahlen im Abendland einführte.

Es handelt sich um eine Folge von Zahlen, die sich nach der Bedingung $a_{n+2} = a_{n+1} + a_n$ aufbaut mit der Anfangsbedingung $a_1 = a_2 = 1$. Zufolge dieses Gesetzes hat die Reihe den Aufbau

$$1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34 \ldots$$

Jedes Glied ist also gleich der Summe der beiden vorhergehenden. Man kann auch die einzelnen Glieder der Folge mit Hilfe eines sogenannten Kettenbruches errechnen; dieser hat die Form

$$\cfrac{1}{x+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{\ddots}}}}}$$

ad infinitum

Setzt man $x = 1$, so ergeben die einzelnen Glieder der Lösung die Werte: $^1/_2$, $^2/_3$, $^3/_5$, $^5/_8$, $^8/_{13}$ usw., also Brüche aus aufeinanderfolgenden Zahlen der Fibonacci-Reihe. Die Bildung solcher Quotienten bzw. Proportionen ist aber natürlich auch ohne einen Kettenbruch möglich, und wir werden gerade diese Brüche im weiteren Verlauf unserer Interpretation sehr zu beachten haben, da sich hier der harmonikale Bezug ergibt. Mit den Quotienten

$$\frac{a_n}{a_{n+1}}$$

hängt aber eine wichtige Eigenschaft der Fibonacci-Folge zusammen; allgemein ausgedrückt hat nämlich die Folge als Grenzwert den major (M) des GS! Dies ist der Grund, weshalb wir in eine Diskussion des GS die Fibonacci-Reihe einbeziehen müssen: sie ist das von Zeising und Pfeifer verwendete Annäherungsverfahren.

Unsere Darstellung der mathematischen Eigenschaften der Folge hat zwei durchaus unterschiedliche Akzente. Einmal die Tatsache, daß die Reihe in ihrer *Ganzheit* und unter dem Aspekt der Stetigkeitsmathematik einen Grenzwert besitzt, nämlich den Betrag M vom GS. Andererseits lassen sich aber ihre *Einzelglieder* Stück für Stück betrachten und erweisen sich als Brüche bzw. Proportionen, die zumindest am Anfang der Reihe eine unverkennbare harmonikale Bedeutung haben, nämlich: Prime (1 : 1), Oktave (1 : 2), Quinte (2 : 3), große Sexte (3 : 5), kleine Sexte (5 : 8), also eine Folge von Konsonanzen. Noch genauer betrachtet verhält es sich so, daß etwa ab 21 : 34 eine größere Annäherung an M zu verzeichnen ist, während die zweite Bedeutung als Konsonanzenfolge vor diesem Bruch am stärksten ausgeprägt ist.

Es wäre geradezu widersinnig, in Oktave und Quinte bereits Annäherungswerte an den GS sehen zu wollen, während andererseits die höheren Glieder wegen ihrer ekmelischen Proportionen sich nicht gut in eine harmonikale Deutung einfügen. Wir können diese doppelte Bedeutung der Fibonacci-Folge noch dadurch unterstreichen, daß wir die einzelnen Quotienten in Dezimalbrüche verwandeln, die wie folgt aussehen:

Proportion	Dezimalbruch	Differenz von M (0,618)
1 : 2	0,500	— 0,118
2 : 3	0,667	+ 0,048
3 : 5	0,600	— 0,018
5 : 8	0,625	+ 0,007
8 : 13	0,615	— 0,002
13 : 21	0,571	— 0,046
21 : 34	0,618	— 0,000
34 : 55	0,618	+ 0,000

Diese subtile Betrachtung der Fibonacci-Reihe war notwendige Voraussetzung für die Diskussion ihrer Anwendung bei Zeising und Pfeifer. Zeising stellt in seinen Büchern die Fibonacci-Reihe unmittelbar nach Beschreibung des GS vor und erklärt richtig ihre Bedeutung als Annäherungsverfahren für diesen. Dann aber folgen Irrtümer. Er übersieht nämlich völlig, daß für eine ausreichende Approximation an den

major des GS allenfalls die höheren Glieder der Folge brauchbar sind, und gibt sich stattdessen mit den beiden Proportionen 3 : 5 und 5 : 8, also mit den Sexten, zufrieden, erklärt sie für »bloße Modifikationen und Schwankungen«[271] des major. Als zusätzliche Begründung, ja Rechtfertigung dieses Vorgehens führt er an, daß die beiden Proportionen musikalische Intervalle seien, Dur und Moll eng verwandt, und außerdem seien beim männlichen Körper die Abweichungen vom GS mehr nach 5 : 8 hin zu beobachten, beim weiblichen hingegen nach 3 : 5! Zeising denkt also im Grunde genommen völlig harmonikal, kennt zudem die Proportionenlehre sehr gut, führt umfassend und kenntnisreich in sie ein[272] und berichtet dabei sogar über Platons Timaios-Tonleiter, Bauen nach Proportionen bei Vitruvius und Alberti und über andere Fakten aus der Geschichte der Harmonik. Man ist erstaunt, daß Zeising dennoch auf den GS eingeschworen ist und die wirkliche, nämlich harmonikale Gesetzmäßigkeit, die er mit Händen greifen könnte, nicht sieht. Er merkt auch gar nicht, daß er in dem Augenblick, wo er Abweichungen (zu den beiden Sexten hin) zugibt, ja sogar in seine Motivation einbezieht, das einzig mögliche Beweismittel aufgibt, nämlich die Meßgenauigkeit.

Noch etwas anderes muß erwähnt werden. Die Fibonacci-Reihe hat, wie schon gesagt, als Ganzheit den major des GS als Grenzwert. Sie müßte also auch bei der Naturbetrachtung als Ganzheit vorkommen, wenn vom GS die Rede sein soll, das heißt, es müßte ein Sachverhalt mit Einzelwerten vorhanden sein, von denen zumindest einige den Gliedern der Folge entsprechen; eine einzelne Proportion, die irgendwo festgestellt wird, hat keinen Grenzwert. Aber auch diesen Fehler begeht Zeising; er operiert fast nur mit einzelnen Proportionen, und diese erhalten zu allem Überfluß auch noch ein mathematisches »Eigenleben«, das gänzlich unverständlich ist. Er stellt zum Beispiel die These auf, daß sich der GS in einfachster, ursprünglicher Weise nur an Linien und zeitlichen Größen zeigen könne[273], daß er hingegen an Flächen im Quadrat, an Körpern im Kubus erscheinen müsse. In letzterem Fall dürfen also nicht die Proportionen 3 : 5 oder 5 : 8 zur Anwendung kommen, sondern statt dessen $3^3 : 5^3$ und $5^3 : 8^3$. Abgesehen davon, daß hier eine mathematische Vorstellung zugrunde liegt, die unbegreiflich ist, bildet das Ergebnis (125 : 512 = 1 : 4,09 = 0,244) einen Wert, der mit dem GS wirklich nichts mehr zu tun hat. Die einfache und selbstverständliche Möglichkeit, eine Rechtecksfläche aus Seitenlängen des GS (0,618 : 0,382) zu bilden oder einen Körper mit derart dimensionierten Flächen zu umgeben, fällt ihm nicht ein.

Ein typisches Beispiel möge unsere Ausführungen über Zeising

beenden; es behandelt die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft und soll hier gedrängt wiedergegeben werden. Bei der Luft verhält sich laut Zeisings Berechnung der Anteil des Sauerstoffes zu den übrigen Bestandteilen wie 20,7 : 79,3; dies entspricht annähernd dem Verhältnis $5^3 : 8^3$ (= 19,6 : 80,4), also einer Modifikation des GS (die 3. Potenzen müssen hier genommen werden, da sich die Luft räumlich ausdehnt). Die erkennbare Abweichung findet jedoch ihren Ausgleich durch die Veränderung, welche die Zusammensetzung der Luft beim Atmen erleidet. Nach dem Ausatmen ist das Verhältnis der Bestandteile nämlich 16,033 : 83,967, was etwa der Proportion $3^3 : 5^3$ (= 17,7 : 82,3) entspricht. Zeising zieht daraus folgendes Fazit[274]:

»Vor dem Einatmen überwiegt also in der Luft der Sauerstoff als Minor, nach dem Ausatmen der Stickstoff nebst Zubehör als Major. In jenem Fall hat sie also einen strengeren, gleichsam männlichen Charakter, wie der dem Verhältnis 5 : 8 entsprechende Durzweiklang (e+c'), in diesem Fall einen weicheren, gleichsam weiblichen Charakter, wie der dem Verhältnis 3 : 5 entsprechende Mollzweiklang; niemand aber wird leugnen können, daß diese Analogie wirklich besteht und von dem Gefühl deutlich empfunden wird: denn die stark-sauerstoffhaltige Luft wirkt spannend, kräftigend, unter Umständen reizend; die mehr stickstoffhaltige Luft hingegen ist von milderer, beruhigender, unter Umständen auch erschlaffender Wirkung.«

Daß Zeising hier auch noch die Begriffe major und minor falsch verwendet und gar nicht bemerkt, daß die kleine Sexte ebenso Moll und die große Dur zugeordnet werden können, sei nur kurz erwähnt — ansonsten erübrigt sich jeder Kommentar zu einer derartigen Naturbetrachtung.

Bei Pfeifer stehen die Dinge nicht viel anders. Immerhin ist ihm klar, daß die Fibonacci-Reihe als Ganzheit in Erscheinung treten muß, wenn man sie als Beweis für das Vorkommen des GS verwenden will. Welcher Art aber seine Beweise sind, sei an einem Beispiel aus der Kunstgeschichte demonstriert. Er führt das Verhältnis von Breite zu Länge in Grundrissen von Kirchen an und macht dazu folgende Angaben[275]:

Maria Maggiore in Rom	1 : 2	St. Agnese in Rom	5 : 8
Kirche zu Steingaden	1 : 2	Dom zu Pisa	8 : 13
St. Paolo zu Pisa	1 : 2	Kathedrale zu Salerno	13 : 21
St. Juan zu Bannos	2 : 3	Kirche zu Alpirsbach	13 : 21
Bergholzzell	3 : 5	St. Aurelius zu Hirsau	21 : 34
St. Maria Fuorcivitas in Lucca	3 : 5	Niedermünster in Regensburg	34 : 55
St. Pietro in vincoli in Rom	5 : 8		

Diese Tabelle ist in der Tat nach den Gliedern der Fibonacci-Reihe aufgebaut — was aber beweist sie? Daß verschiedene Architekten zu verschiedenen Zeiten an verschiedenen Orten Grundrisse von Kirchen nach irgendeiner Proportion gestaltet haben, wobei konsonante Intervalle überwiegen. Daß man in Kenntnis der Fibonacci-Reihe diese Ergebnisse dementsprechend zusammenstellen kann, ist nicht nur eine petitio principii, sondern zeugt von verhängnisvollen Denkfehlern.

Es ist kaum begreiflich, daß die Bücher der genannten Autoren ernst genommen wurden, ja daß sie sogar zu weiteren Bemühungen um den Nachweis des GS anregten, so daß man bis in die Gegenwart hinein noch immer die Legende von einer universellen Gültigkeit des GS aufgetischt bekommt. Denn die Behauptung vom GS als umfassendem Natur- und Kunstgesetz ist ein Märchen, für das jegliche Begründung fehlt. Wir betonen noch einmal, daß der GS in der absoluten Mathematik selbstverständlich existiert und daß man ihn auch *bewußt* in der Baukunst oder anderwärts anwenden kann — alles andere aber ist Unsinn. Ein Gutes haben die Bücher von Zeising und Pfeifer allerdings für uns: Sie enthalten viele Beispiele mit Intervallproportionen und gehören daher in die Geschichte der Harmonik, ganz gegen die Absicht der Autoren.

Die mitgeteilten Konfusionen um das Problem des GS haben aber — abgesehen von der Zulieferung harmonikaler Beispiele — auch einen ernsten Hintergrund, den wir nunmehr noch etwas erhellen wollen. Die Mißverständnisse kamen ja vor allem dadurch auf, daß in der Tat der GS sehr nahe bei zwei Intervallproportionen liegt, nämlich zwischen der kleinen und der großen Sexte, und insbesondere die Distanz zur kleinen Sexte außerordentlich gering ist (0,007). Hier meßtechnisch ganz genau zu unterscheiden, dürfte auch mit modernen Mitteln schwierig sein. Daraus folgt aber: jeder gemessene Wert, der annähernd genau dem major des GS entspricht, muß automatisch auch annähernd genau eine kleine oder große Sexte sein — je nachdem, auf welcher Seite des GS-Wertes die Messung liegt.

Auch sorgfältige Messungen schließen nicht aus, daß eine Orientierung zu einer der beiden Sexten hin erfolgen könnte. Es zeigt sich also, daß tatsächlich alle Werte zwischen 0,600 und 0,625 hinsichtlich ihrer Zuordnung ambivalent sind. So betrachtet *besteht die Fibonacci-Reihe aus Konsonanzen oder Annäherungswerten an solche,* und das ist eine für die Harmonik nicht unwesentliche Feststellung. Wenn wir oben ausführen konnten, daß die Anfangsglieder der Reihe sowieso Konsonanzen sind und ihre alleinige Verwendung bei Zeising und Pfeifer mit dem GS noch gar nichts zu tun hat, so müssen wir diese

Aussage jetzt noch erweitern: Wenn in der Natur ein komplexer Befund vorliegt, welcher der Fibonacci-Reihe entspricht, muß deshalb nicht zwingend nur der GS als Prinzip »gemeint« sein, sondern es könnte ebensogut auch das Konsonanzprinzip (dominierend in den beiden Sexten) als »Wille« der Natur angenommen werden. Freilich impliziert diese Formulierung metaphysische Gedanken und kann daher auf unserer Ebene nicht ausdiskutiert werden. Erkenntnistheoretisch ist aber klar, daß selbst der Nachweis der kompletten Fibonacci-Reihe in der Natur nicht unbedingt als Beweis für den GS als Naturgesetz angesehen werden muß.

Die Doppeldeutigkeit der Fibonacci-Reihe führt aber noch zu einer weiteren Erkenntnis. Die beiden Sexten sowie ihre Ergänzungen zur Oktave, die beiden Terzen, sind allesamt Fünferproportionen: 3 : 5, 4 : 5, 5 : 6, 5 : 8. Es ist also das musikalische Konsonanzempfinden sehr wesentlich mit der Zahl 5 verbunden, besonders dann, wenn man die genannten Intervalle von den anderen Konsonanzen (Oktave, Quinte, Quarte) abgrenzt, wie wir einmal vorgeschlagen haben[276], da diese einen eher neutralen Charakter haben; und in der Obertonreihe ist es der 5. Partialton, der gleichsam das Zentrum dieser Konsonanzen bildet.

Wir betonen die Zahl 5 in diesem Zusammenhang jetzt besonders deshalb, weil auch der GS sehr eng mit dieser Zahl zusammenhängt! Er tritt vor allem bei der Konstruktion von Fünfeck und Fünfstern zutage, so daß der bekannte Historiker der Mathematik M. Cantor aus der Tatsache der Existenz des Fünfecks bei den Pythagoreern folgern konnte, sie müßten auch mit dem GS vertraut gewesen sein[277]. Der Zusammenhang ist erstaunlich genug, da man nachgewiesen hat, daß

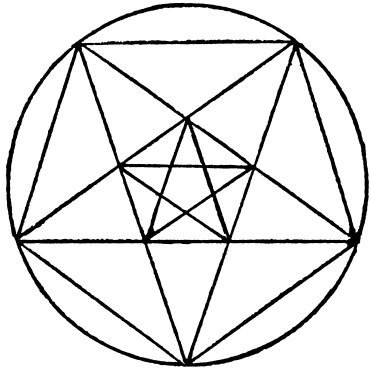


Abb. 11: Fünfeck und Fünfstern (aus H. Hessenbruch: Geheimnisse und Wesen der Zahlen, Köln 1963, Titelblatt)

in der abgebildeten Figur, die aus zwei Fünfecken und zwei Fünfsternen besteht, der GS nicht weniger als 7500mal vorkommt[278]. Das ist natürlich wieder ein Anliegen der absoluten Mathematik und hat mit Naturbetrachtung, Naturwissenschaft nichts zu tun.

Wir müssen daher erkennen, daß mit Hilfe der Fibonacci-Reihe nicht nur eine Beziehung zwischen dem GS und musikalischen Konsonanzen in Gestalt der beiden Sexten gegeben ist, sondern daß beide Prinzipien auch noch in anderer Weise, nämlich durch die Zahl 5, miteinander verbunden sind, ohne daß dies direkt aus der Fibonacci-Reihe abzuleiten wäre. Hier berühren sich also beide Bereiche auf einer weit höheren Ebene, als Zeising und Pfeifer ahnten, und auf dieser wäre eine Verbindung zwischen Mathematik und Natur besser möglich als in den mißglückten Versuchen der beiden Autoren. Freilich ist dies nur unter Einbeziehung eines metaphysischen Aspektes möglich, durch die Annahme nämlich, daß ein transzendenter Wille das in der absoluten Mathematik gegebene Prinzip des Goldenen Schnittes mit dem in der Natur und in der Gehörsphysiologie auftretenden Konsonanzprinzip unter der Zuständigkeit der Zahl 5 zu einer Wechsel- und Zusammenwirkung veranlaßt hat. Dabei wird erneut transparent, daß Mathematik mehr ist als bloße Erfindung des menschlichen Verstandes, und daß auch die harmonikalen Gesetze nur Teile einer umfassenderen, höheren Ordnung sind.

[1] H. Kayser: Der hörende Mensch, Berlin 1932, S. 38. — [2] R. Haase: Grundlagen der harmonikalen Symbolik, München 1966, S. 78 ff. — [3] H. Husmann: Vom Wesen der Konsonanz, Heidelberg 1973[2]. — [4] R. Haase: Die harmonikalen Wurzeln der Musik, Wien 1969, S. 38. — [5] R. Haase: Die harmonikalen Quellen des klassisen Konsonanzbegriffs, in: Forschung an Österreichs Musikhochschulen, Wien 1973 (Veröffentlichungen der Arbeitsgemeinschaft der Musikerzieher Österreichs, Bd. 4). — [6] R. Haase, Die harm. Wurzeln . . ., a.a.O. S. 50, 56. — [7] R. Haase, Grundlagen . . ., a.a.O. S. 83 ff. — [8] siehe Anm. 2 und 4, ferner F. Zipp: Vom Wesen der Musik, Heidelberg 1974. — [9] R. Haase: Literatur zur harmonikalen Grundlagenforschung I, II und III, Wien 1969, 1972 und 1975. — [10] A. v. Thimus: Die harmonikale Symbolik des Alterthums, 2 Bde., Köln 1868/76, Reprint Hildesheim 1972. — [11] R. Hasenclever: Die Grundzüge der esoterischen Harmonik des Alterthums, Köln 1870, Hildesheim 1972 (in: A. v. Thimus, a.a.O., Bd. 2). — [12] H. Kayser: Orphikon (herausg. von J. Schwabe), Basel 1973. — [13] R. Haase: Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, Graz 1974. — [14] R. Haase: Geschichte des harmonikalen Pythagoreismus, Wien 1969. — [15] a) B. L. v. d. Waerden: Die Erkenntnistheorie der Pythagoreer, in: Rete, Bd. 1, Heft 3/4, München 1972; b) J. Lohmann: Ptolemaios und Kepler, in: Convivium Cosmologicum, Helmut Hönl zum 70. Geburtstag, Basel 1973. — [16] Ein Register zu Thimus wird zur Zeit von L. Spitzer erarbeitet und soll zusammen mit Studien zu der von Thimus verwendeten Literatur als Heft 8 der Beiträge zur harmonikalen Grundlagenforschung 1976 in Wien erscheinen. — 17 F. Krafft: Geschichte der Naturwissenschaft I, Freiburg 1971, S. 54. — [18] W. Heitler: Wahrheit und Richtigkeit in den exakten Wissenschaften, Mainz 1972 (Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse, Jg. 1972, Nr. 3). — [19] A. v. Thimus, a.a.O., Bd. 1, S. 207 ff. — [20] J. Schwabe: Archetyp und Tierkreis, Basel 1951. — [21] J. Kepler: Weltharmonik, Darmstadt 1967[2], Vorwort S. 26. — [22] R. Haase, Geschichte . . ., a.a.O. — [23] H. Plessner: Die Einheit der Sinne, 1923. — [24] R. Haase: Die Herkunft musikalischer Grundlagen aus dem Gehör, in: Musik und Zahl, Bonn 1976 (Bd. 17 der Orpheus-Schriftenreihe zu Grundfragen der Musik). — [25] R. Haase, Die harm. Wurzeln . . ., a.a.O. S. 53. — [26] ebda. S. 41. — [27] R. Haase: Gehörsdisposition und griechische Skalen, in: Musicae Scientiae Collectanea, Festschrift für Karl Gustav Fellerer, Köln 1973. — [28] M. Schneider: Entstehung der Tonsysteme, in: Bericht über den Internationalen Musikwissenschaftlichen Kongreß Hamburg 1956,

Kassel 1957. — [29] R. Haase, Grundlagen..., a.a.O. S. 84 ff. — [30] A. Danielou: Die Gehörmechanismen und das begriffliche Zählen, in: Gravesaner Blätter, Heft 9, Mainz 1966. — [31] H. Husmann: Grundlagen der antiken und orientalischen Musikkultur, Berlin 1961, S. 139 f. — [32] R. Haase: Außereuropäische und antike Musik, in: Allgemeine Musikgeschichte, Wien 1972. — [33] M. Planck: Die natürliche Stimmung in der modernen Vokalmusik, Leipzig 1894. — [34] Zitiert nach: H. Kayser: Vom Klang der Welt, Zürich 1946, S. 78. — [35] P. Gohlke: Die ganzen Zahlen im Aufbau der Welt, Paderborn 1965. — [36] ebda. S. 9. — [37] R. Haase, Die harm. Wurzeln..., a.a.O. S. 38. — [38] Akupunktur, in: Brockhaus Enzyklopädie, Bd. 1, Wiesbaden 1966 (17. Auflage), S. 267. — [39] S. Ostrander und L. Schroeder: PSI, Bern usw. 1972[6], S. 189 f. — [40] M. Schneider: Die musikalischen Grundlagen der Sphärenharmonie, in: Acta musicologica, Bd. 32, Basel 1960. — [41] Platon: Der Staat, 616 B ff. — [42] I. Düring: Ptolemaios und Porphyrios über die Musik, Göteborg 1934, S. 123 ff. — [43] vgl. Anm. 15 b. — [44] R. Haase: a) Fortsetzungen der Keplerschen Weltharmonik, in: Johannes Kepler, Werk und Leistung, Linz 1971; b) Marginalien zum 3. Keplerschen Gesetz, in: Kepler Festschrift 1971, Regensburg 1971. — [45] R. Haase, Geschichte..., a.a.O. S. 83 ff. — [46] R. Haase: Keplers Weltharmonik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, in: Sudhoffs Archiv, Bd. 57, Heft 1, Wiesbaden 1973. — [47] J. Kepler: Mysterium Cosmographicum — Das Weltgeheimnis (übers. und eingel. von M. Caspar), Augsburg 1923. — [48] J. Kepler: Harmonices mundi libri V, Linz 1619. — [49] vgl. Anm. 21. — [50] ebda. S. 291. — [51] M. Dickreiter: Der Musiktheoretiker Johannes Kepler, Bern 1973. — [52] J. Kepler, Weltharmonik, a.a.O., S. 301. — [53] ebda. S. 302. — [54] ebda. S. 316. — [55] G. Galilei: Sidereus Nuncius etc. (herausg. und eingel. von H. Blumenberg), Frankfurt/M. 1965, S. 13, 251. — [56] J. Kepler, Weltharmonik, a.a.O., S. 317. — [57] In diesem Fall die Ellipsenform der Planetenbahnen. — [58] W. Heitler: Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis, Braunschweig 1962, S. 10. — [59] J. Kepler, Weltharmonik, a.a.O. S. 277. — [60] L. Günther: Die Mechanik des Weltalls, Leipzig 1909. — [61] F. Warrain: Essai sur L'Harmonices Mundi ou Musique du Monde de Johann Kepler, 2 Bde., Paris 1942. — [62] ebda. Bd. 2, S. 79. — [63] D. Rookes: Leserbrief in: Nature, Bd. 227, Paris 29. 8. 1970. — [64] V. Goldschmidt: Über Harmonie und Complication, Berlin 1901. — [65] V. Goldschmidt, in: Brockhaus Enzyklopädie, Bd. 7, Wiesbaden 1969 (17. Auflage), S. 455. — [66] R. Haase: Hans Kayser, Ein Leben für die Harmonik der Welt, Basel 1968, S. 53 ff. — [67] V. Goldschmidt: Materialien zur Musiklehre, Heidelberg 1925. — [68] siehe S. 51. — [69] V. Goldschmidt: a) Über Harmonie im Weltenraum, in: Annalen der Naturphilosophie, Heft 5, Leipzig 1906; b) Über Harmonie im Reich der Planetoiden, ebda., Heft 11, 1912. — [70] V. Goldschmidt: Der Planet Pluto und die Harmonie der Sphären, Heidelberg 1932 (Heidelberger Akten der von-Portheim-Stiftung, Heft 18). — [71] V. Goldschmidt: Über Harmonie im Weltraum, a.a.O. S. 68. — [72] J. Kepler, Weltharmonik, a.a.O. S. 301. — [73] siehe S. 24. — [74] H. Kayser: Der hörende Mensch, a.a.O. S. 191 ff.

[75] F. Warrain, a.a.O., Bd. 2, S. 110 ff. — [76] H. Kayser: Akróasis, Basel usw. 1964², S. 165 f. — [77] F. Laves: Symmetrie und Unordnung in der Kristallwelt, in: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Biel 1961, S. 33 ff. — [78] W. Nowacki: Symmetrie und Form, in: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 30. 12. 1940. — [79] G. C. Amstutz: Symmetrie in Natur und Kunst, in: Der Aufschluß, Jg. 17, Heft 6, Juni 1966. — [80] P. Niggli: Von der Symmetrie und von den Baugesetzen der Kristalle, Leipzig 1941. — [81] V. Goldschmidt, Über Harmonie und Complication, a.a.O. S. 5 ff. — [82] ebda. S. 4 ff. — [83] ebda. S. 6. — [84] siehe S. 48. — [85] H. Kayser: Orpheus, Lfg. 1, Potsdam 1926, S. 47 ff. — [86] ebda. S. 64. — [87] V. Goldschmidt: Über Complikation und Displikation, Heidelberg 1921, S. 30 ff. — [88] A. v. Thimus, a.a.O., Bd. 1, S. 144 ff. — [89] R. Haase: Hermann Bahr und das harmonikale Denken, in: Österreichische Musikzeitschrift, Jg. 31, Heft 3, Wien 1976. — [90] H. Kayser: Lehrbuch der Harmonik, Zürich 1950, S. 65. — [91] ebda. S. 56 ff. — [92] R. Haase: a) Grundlagen..., a.a.O. S. 32 ff; b) Das pythagoreische Lambdoma, in: Grenzgebiete der Wissenschaft, Jg. 23, Heft 4, Innsbruck 1974. — [93] H. Kayser: Der hörende Mensch, a.a.O. S. 162 f. — [94] G. Linck: Grundriß der Kristallographie, Jena 1923⁵. — [95] siehe S. 32. — [96] siehe S. 56. — [97] R. Haase, Geschichte..., a.a.O. S. 20. — [98] H. Koller: Die dihäretische Methode, in: Glotta, Bd. 39, Göttingen 1960. — [99] L. Wolf: Symmetrie, Harmonie und Bauplan in Mathematik und Naturwissenschaft, in: Beiträge zur christlichen Philosophie, Heft 3, Mainz 1948. — [100] siehe S. 40. — [101] R. Haase, Grundlagen..., a.a.O. S. 80. — [102] vgl. Anm. 99. — [103] V. Goldschmidt, Über Harmonie und Complication, a.a.O. S. 75. — [104] K. L. Wolf: Theoretische Chemie, Leipzig 1954³, S. 130 ff. — [105] A. Sommerfeld: Atombau und Spektrallinien, 2 Bde., Braunschweig 1951, Bd. 1, S. 361. — [106] ebda. S. 464. — [107] ebda. S. 566. — [108] ebda. S. 587 ff. — [109] H. Kayser: Tonspektren, in: Abhandlungen zur Ektypik harmonikaler Wertformen, Zürich 1946. — [110] H. Kayser: Harmonia Plantarum, Basel 1943, S. 119 ff. — [111] H. Kayser: Lehrbuch der Harmonik, Zürich 1950, S. 147 ff. — [112] K. L. Wolf, Th. Chemie. a.a.O. S. 24. — [113] Platon: Timaios 53 C ff. — [114] K. L. Wolf, Theor. Chemie. a.a.O. S. 270 ff. — [115] L. Wolf, Symmetrie..., a.a.O. S. 50. — [116] F. J. Maus: Geometrie, Musik und Astronomie, in: Perspektiven der Zukunft, Jg. 5, Heft 1, Freiburg/Br. 1971. — [117] siehe S. 10. — [118] siehe S. 26. — [119] H. Kayser, Der hörende Mensch, a.a.O. S. 151. — [120] siehe S. 56. — [121] S. Levarie and E. Levy: Tone, a Study in Musical Acoustics, Kent 1968, S. 36 ff. — [122] H. Jenny: Kymatik, Basel 1967. — [123] H. Jenny: Kymatik, Bd. 2, Basel 1972. — [124] Die Presse, Wien 20. 5. 1974. — [125] siehe S. 30. — [126] A. Wellek: Musikpsychologie und Musikästhetik, Frankfurt/M. 1963, S. 103 ff. — [127] ebda. S. 169 f. — [128] A. Kiene: Die musikalischen Zahlenverhältnisse in der Architektur, Diss. Hannover 1950. — [129] A. Aeppli: Lebens-Ordnungen. Farbe, Ton, Form als Offenbarung, Thalwil 1944. — [130] siehe S. 9. — [131] R. Haase, Geschichte..., a.a.O. — [132] J. Itten: Kunst der Farbe, Ravensburg 1973⁴. — [133] R. Haase: Harmonikale Gesetze in der Natur, in:

Zeitschrift für Ganzheitsforschung, Jg. 14, Heft 2, Wien 1970. — [134] siehe S. 42. — [135] H. Kayser: Der hörende Mensch, a.a.O. S. 208. — [136] O. Hertwig: Allgemeine Biologie, Jena 1923, S. 224 (zitiert nach H. Kayser, Der hörende Mensch, a.a.O. S. 210). — [137] A. Zeising: Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, Leipzig 1854, S. 361 ff. — [138] H. Kayser: Harmonia Plantarum, Basel 1943, S. 141 ff. — [139] ebda. S. 74 ff. — [140] F. X. Pfeifer: Der Goldene Schnitt und dessen Erscheinungsformen in Mathematik, Natur und Kunst, Augsburg 1885, S. 145. — [141] A. Braun: Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen, in: Acta nova Acad. Leop. Carol., Tom. XV, P. 1 (zitiert nach F. X. Pfeifer a.a.O. S. 145). — [142] P. B. Onderdonk: Pineapples and Fibonacci Numbers, in: Fibonacci Quarterly, Bd. 8, Heft 5, St. Mary (Calif.) 1970. — [143] F. Moewus: Zur Genetik und Physiologie der Kern- und Zellteilung, in: Forschungen und Fortschritte, Jg. 25, Heft 5/6, Berlin 1949. — [144] siehe S. 81. — [145] H. Kayser, Harmonia Plantarum, a.a.O. S. 23 ff, 84 ff, 160 ff. — [146] ebda. S. 160 ff. — [147] H. Emch: Mathematik in der Natur, Zürich 1921, S. 59. — [148] H. Kayser, Harmonia Plantarum, a.a.O. S. 165. — [149] H. Emch, Mathematik in der Natur, a.a.O. S. 58 f. — [150] F. X. Pfeifer, a.a.O. S. 175. — [151] ebda. S. 177. — [152] H. Tiessen: Musik der Natur, Freiburg/Br. 1953. — [153] ebda. S. 75. — [154] W. Neuhaus: Sinnesphysiologie und Neurologie der Tiere in ihrer Bedeutung für die Verhaltensforschung am Menschen, in: Verhaltensforschung vom Menschen (herausg. von F. Keiter), 1968. — [155] siehe S. 17 ff. — [156] P. H. Vogelsberger: Stimmen aus dem Meer, Salzburg usw. 1967. — [157] S. L. Tuxen: Insektenstimmen, Berlin 1967, S. 81 ff. — [158] H. Kayser: Lehrbuch der Harmonik, a.a.O. S. 18. — [159] L. Rensing: Biologische Rhythmen und Regulation, Stuttgart 1973. — [160] ebda. S. 45 f. — [161] S. L. Basin: The Fibonacci Sequence as it appears in nature, in: Fibonacci Quarterly, Jg. 1, Heft 1, St. Mary (Calif.) 1963. — [162] Mathematisches Kabinett, in: Bild der Wissenschaft, Heft 10, Stuttgart 1973, S. 1220. — [163] Der »vermessene« Mensch, Anthropometrie in Kunst und Wissenschaft, München 1973. — [164] Vitruvius Pollio: Zehn Bücher über Architektur (übers. von C. Fensterbusch), Darmstadt 1964, S. 137 f. — [165] M. Steck: Dürers Gestaltlehre der Mathematik und der bildenden Künste, Halle/S. 1948. — [166] A. Zeising: Ästhetische Forschungen, Frankfurt/M. 1855, S. 183. — [167] A. Zeising: Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, Leipzig 1854, S. 293. — [168] F. X. Pfeifer, a.a.O. S. 185. — [169] ebda. S. 186. — [170] K. Wyneken: Der Aufbau der Form, Freiburg/Br. 1903, Bd. 2, S. 272. — [171] H. Kayser, Lehrbuch der Harmonik, a.a.O. S. 179. — [172] R. Haase: Harmonikale Analyse von Schädelprofilen, in: Veröffentlichungen des Instituts für harmonikale Forschung — Sektion Deutschland, Folge 1, Köln 1955 (außerdem in: R. Haase: Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, Graz 1974). — [173] Körpermaße 6—18jähriger (Herausg.: Wirtschaftsförderungsinstitut der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft), Wien 1973. — [174] siehe S. 24. — [175] H. Eggeling: Kriterien semantischer und ästhetischer Information bei absoluter Musik, in: Praxis und Perspektiven

des programmierten Unterrichts, Bd. 2, Quickborn 1967. — [176] R. Haase, Die harmonikalen Wurzeln der Musik, a.a.O. S. 56 ff. — [177] R. Haase: Die zwölf »Halbtöne«, in: Musikerziehung, Jg. 25, Heft 4, Wien 1972. — [178] G. Glowatzki: Wissenschaftliche Anthropometrie — Anthropologische Meßmethoden und ihre Anwendung, in: Der »vermessene« Mensch, a.a.O. S. 107 ff. — [179] P. Camper: Über den natürlichen Unterschied der Gesichtszüge in Menschen verschiedener Gegenden und verschiedenen Alters (übers. von S. Th. Sömmering), Berlin 1790. — [180] zitiert nach: A. Zeising, Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, a.a.O. S. 77. — [181] W. Nöthling: Der rechte Mann an den richtigen Platz, Wuppertal-Barmen 1951. — [182] R. Burger-Villingen: Die Bedeutung der Senkrechten und Waagerechten für das »Geheimnis der Menschenform«, Wuppertal-Barmen 1954, S. 16. — [183] ebda. S. 43. — [184] D. Wossidlo: Harmonische Gesetze der Harnwegedynamik, in: Zeitschrift für Urologie, Bd. 45, Heft 6/7, Leipzig 1952. — [185] ebda. S. 466. — [186] G. Hildebrandt: Die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atem, Stuttgart 1960, S. 81. — [187] G. Hildebrandt: Ein neuer Zweig der Medizin — Rhythmusforschung, Marburg 1971 (Mskr. eines Vortrages in Radio Bremen). — [188] G. Hildebrandt, Die rhythmische Funktionsordnung . . ., a.a.O. S. 81. — [189] G. Hildebrandt: Rhythmus und Regulation, in: Die medizinische Welt, Jg. 1961, Nr. 2, Stuttgart 1961, S. 10. — [190] ebda. S. 12. — [191] G. Hildebrandt: Meßkriterien der rhythmischen Funktionsordnung des Menschen, in: Therapie über das Nervensystem, Bd. 10 (herausg. von D. Gross und E. Witzleb), Stuttgart 1972, S. 65. — [192] G. Hildebrandt, Rhythmus und Regulation, a.a.O. S. 23. — [193] ebda. S. 19. — [194] E. Ansermet: Die Grundlagen der Musik im menschlichen Bewußtsein, München 1973², S. 734 f. — [195] G. G. Luce: Körperrhythmen, Hamburg 1973. — [196] ebda. S. 182, vgl. auch S. 163 und 181. — [197] ebda. S. 186. — [198] Cirkadian: etwa einen Tag betragende Periode (von lat. dies = der Tag). — [199] H. Weiers: Biophysikalische Messungen in der Homöopathie, in: Allgemeine homöopathische Zeitung für wissenschaftliche und praktische Homöopathie, Bd. 202, Heft 11, Ulm 1957, S. 527. — [200] H. Weiers: Einführung in Theorie und Praxis der Bioscillator-Therapie, in: Erfahrungsheilkunde, Bd. 10, Heft 12, Ulm 1961. — [201] ebda. — [202] H. Weiers: Wasservibrationsmassage, in: Physikalische Medizin und Rehabilitation, Jg. 9, Heft 11, Uelzen 1968. — [203] Ich danke Herrn Dr. Hans Weiers, daß er mir die Erlaubnis gab, das von ihm ermittelte und verwendete Intervall hier zu veröffentlichen. — [204] Die Presse, Wien 15. 7. 1974. — [205] A. Pontvik: Heilen durch Musik, Zürich 1955, S. 137. — [206] W. W. Glaser: Intervalle — therapeutisch gesehen, in: Die Heilkunst, Jg. 73, Heft 5, München 1960. — [207] I. Sponga: Vom Elektroencephalograph zur Musiktherapie, in: Gravesaner Blätter, Jg. 6, Heft 23/24, Mainz 1962. — [208] Iamblichos: Pythagoras (griechisch und deutsch, herausg., übers. und eingel. von M. v. Albrecht), Zürich usw. 1963, S. 69, 117. — [209] Es kann in unserem Zusammenhang nur angedeutet werden, daß es zwischen Antike und Gegenwart Musiktherapie in mannigfaltigen Formen gegeben hat. Das

in aller Welt spürbar zunehmende Interesse für Heilen durch Musik hat auch die diesbezügliche historische Forschung angeregt, die in jüngster Zeit mit einigen sehr informativen Arbeiten an die Öffentlichkeit trat, u. a.: H.-J. Möller: Psychotherapeutische Aspekte in der Musikanschauung der Jahrtausende, in: Neue Wege der Musiktherapie (herausg. von W. J. Revers u. a.), Düsseldorf usw. 1974; H. Sittner: Musikerziehung zwischen Theorie und Therapie, Wien 1974. — [210] siehe S. 17 ff. — [211] siehe S. 77. — [212] R. Haase, Die harmonikalen Wurzeln der Musik, a.a.O. S. 38. — [213] siehe S. 8. — [214] W. Heitler: Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis, Braunschweig 1962, S. 14. — [215] ebda. S. 19. — [216] W. Heitler: Naturphilosophische Streifzüge, Braunschweig 1970, S. 70 f. — [217] A. Portmann: An den Grenzen des Wissens, Wien usw. 1974, S. 138 ff. — [218] W. Heitler, Der Mensch und die naturwissenschaftliche Erkenntnis, a.a.O. S. 43 ff. — [219] siehe S. 13. — [220] F. Krafft, a.a.O. S. 54. — [221] zitiert nach A. Portmann, a.a.O. S. 132. — [222] ebda. Untertitel des Buches. — [223] siehe S. 41 f. — [224] W. Heitler, Naturphilosophische Streifzüge, a.a.O. — [225] W. Heitler: Naturwissenschaft ist Geisteswissenschaft, Zürich 1972. — [226] W. Heitler: Die Natur und das Göttliche, Zug 1974, S. 98 ff. — [227] A. Portmann, a.a.O. S. 238 ff. — [228] W. Heitler, Die Natur und das Göttliche, a.a.O. S. 35. — [229] siehe S. 20. — [230] W. Heitler, Wahrheit und Richtigkeit in den exakten Wissenschaften, a.a.O. S. 20. — [231] siehe S. 56. — [232] R. Haase: Das pythagoreische Lambdoma, in: Grenzgebiete der Wissenschaft, Jg. 23, Heft 4, Innsbruck 1974. — [233] siehe S. 15. — [234] R. Haase: Leitfaden einer harmonikalen Erkenntnislehre, München 1970. — [235] T. Barth: Zur Geschichte der Analogie, in: Franziskanische Studien, Bd. 37, Werl 1955. — [236] Iamblichos, Pythagoras a.a.O. S. 71. — [237] W. Burkert: Weisheit und Wissenschaft, Nürnberg 1962, S. 334. — [238] siehe S. 35. — [239] S. Ostrander und L. Schroeder, PSI, a.a.O. S. 189 ff. — [240] ebda. S. 194 f. — [241] siehe S. 35, 103. — [242] H. Kölsch: Die biblischen Zahlen als Gleichnis, ihre Deutung im Werk E. Swedenborgs, in: Offene Tore, Jg. 18, Heft 6, Zürich 1974. — [243] E. Swedenborg: Apocalypsis explicata, 1759, S. 700. — [244] E. Swedenborg: Arcana Coelestia, 8 Bde., 1749—1758, S. 1649 und 8261. — [245] ebda. S. 3960 und 5291. — [246] Für die Hinweise auf Swedenborg und auf J. F. Potts »The Swedenborg Concordance« (6 Bde., London 1888 ff, Reprint 1957), nach der alle Angaben zitiert wurden, danke ich Herrn Dr. Friedemann Horn. — [247] E. Swedenborg, Arcana Coelestia a.a.O. S. 648. — [248] Ezechiel, Kap. 40 ff. — [249] a) G. B. Villalpando: In Ezechielem Explanationes, 1596—1604; b) St. Yves d'Alveydre: L'Archéomètre, Paris 1909. — [250] J. J. Balmer-Rinck: Des Propheten Ezechiel Gesicht vom Tempel, Ludwigsburg 1858. — [251] L. W. Robinson: Rückschau und Prophezeihungen, Freiburg/Br. 1973 (englische Originalausgabe: Edgar Cayces Story of the Origin and Destiny of Man, 1972). — [252] S. Ostrander und L. Schroeder, PSI a.a.O. S. 190. — [253] J. Greber: Der Verkehr mit der Geisterwelt Gottes, Zürich 1970. — [254] C. von Reichenbach: Die odische Lohe und einige Begleiterscheinungen als neuentdeckte Formen des odischen Prinzips in der Natur (zitiert nach: K. Spiesberger:

Die Aura des Menschen, Freiburg/Br. 1973, S. 37). — [255] siehe S. 78. — [256] siehe S. 109. — [257] C. von Reichenbach, a.a.O. S. 35. — [258] Platon: Timaios 35 A ff. — [259] Kaum bekannt ist, daß Marsilio Ficino (1433—1499) philosophische Auffassungen vertrat, die in diesen Zusammenhang gehören; sein Begriff »spiritus« führt in die Nähe des Reichenbachschen Od und wird von ihm in enge Verbindung zu Platons Weltseele gebracht, wobei die Musik eine wesentliche Vermittlerrolle einnimmt und pythagoreisch-harmonikale Gedankengänge eine große Rolle spielen. (Vgl. D. P. Walker: Spiritual and demonic magic from Ficino to Campanella, London 1958, Studies of the Warburg Institute Vol. 22.). — [260] R. Haase: Harmonik und heile Überlieferung, in: Antaios, Bd. 12, Nr. 3, Stuttgart 1970 (außerdem in: R. Haase, Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, a.a.O.). — [264] S. Heller: Die Krisis der Neuzeit, Olten 1950, S. 28. — [262] R. Haase: Harmonikale Utopie, in: Zeitschrift für Ganzheitsforschung, Jg. 16, Heft 3, Wien 1972. — [263] R. Haase: Der Goldene Schnitt als harmonikales Problem, in: Symbolon, Jahrbuch für Symbolforschung, Bd. 6, Basel 1968 (außerdem in: R. Haase, Aufsätze zur harmonikalen Naturphilosophie, Graz 1974). — [264] S. Heller: Die Entdeckung der stetigen Teilung durch die Pythagoreer, in: Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Klasse für Mathematik, Physik und Technik, Jg. 1958, Nr. 6, Berlin 1958. — [265] L. Pacioli: Divina Proportione, Venedig 1509. — [266] M. Vitruvius Pollio: Zehn Bücher über die Architektur (herausg. von C. Fensterbusch), Darmstadt 1964. — [267] A. Zeising: Ästhetische Forschungen, Frankfurt/M. 1855. — [268] F. X. Pfeifer: Der goldene Schnitt und dessen Erscheinungsformen in Mathematik, Natur und Kunst, Augsburg 1885. — [279] ebda. S. 63. — [270] Es sei darauf verwiesen, daß es in den USA eine »Fibonacci Association« gibt, die seit 1963 die Zeitschrift »The Fibonacci Quarterly« erscheinen läßt. Der Inhalt ist überwiegend der reinen, absoluten Mathematik gewidmet, wobei die Zusammenhänge mit dem GS offensichtlich eine untergeordnete Rolle spielen und die angewandte Mathematik noch seltener vorkommt. — [271] A. Zeising, a a. O. S. 183. — [272] A. Zeising: Neue Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers, a.a.O. S. 11 ff. — [273] A. Zeising: Das Normalverhältnis der chemischen und morphologischen Proportionen, Leipzig 1856, S. 61. — [274] ebda. S. 64. — [275] F. X. Pfeifer, a.a.O. S. 195. — [276] R. Haase, Die harmonikalen Wurzeln..., a.a.O. S. 51. — [277] M. Cantor, a.a.O. S. 178. — [278] H. v. Baravalle: Die Geometrie des Pentagramms und der Goldene Schnitt, Stuttgart 1950, S. 10 ff. —

In der »Edition Alpha« sind erschienen:

Ernst Benz
Das Recht auf Faulheit oder Die friedliche Beendigung des Klassenkampfes. Lafargue-Studien. 1974. 126 S. Kart.
ISBN 3-12-900690-7

Johannes Kleinstück
Verfaulte Wörter. Demokratie - Modernität - Fortschritt. 1974. 90 S. Kart. ISBN 3-12-904790-5

Michael Landmann
Entfremdende Vernunft. 1975. 235 S. Kart. ISBN 3-12-905230-5

Michael Landmann
Anklage gegen die Vernunft. 1976. 230 S. Kart.
ISBN 3-12-905380-8

Ulrich Mann
Die Religion in den Religionen. 1975. 287 S. Kart.
ISBN 3-12-905840-0

Werner Müller
Indianische Welterfahrung. 1976. 112 S. Kart.
ISBN 3-12-905960-1

Bernard Rosenthal
Von der Armut der Psychologie – und wie ihr abzuhelfen wäre. Aus dem Amerikanischen von Philipp Wolff-Windegg. 1974. 270 S. Kart. ISBN 3-12-906890-2

Heinrich Schipperges
Paracelsus. Der Mensch im Licht der Natur. 1974. 230 S. Kart.
ISBN 3-12-907650-6

Heinrich Schipperges
Am Leitfaden des Leibes. Zur Anthropologik und Therapeutik Friedrich Nietzsches. 1975. 214 S. Kart. ISBN 3-12-907680-8

Georg Siebers
Psychologie der Revolution. 1976. 127 S. Kart.
ISBN 3-12-907160-1

Jürg Wunderli
Vernichtung oder Verwandlung? Der Tod als Verhängnis und Hoffnung. 1976. 160 S. Kart. ISBN 3-12-908770-2

Frances Yates
Aufklärung im Zeichen des Rosenkreuzes. Aus dem Englischen von Eva Zahn. 1975. 299 S., 32 Abb. Kart. ISBN 3-12-908840-7

Ernst Klett Verlag

EDITION ALPHA
ERNST KLETT VERLAG

Harmonik bemüht, der letztere auf streng empirischer Basis. In diesem Buch faßt Haase die bisher gewonnenen harmonikalen Ergebnisse in Astronomie, Physik, Biologie, Medizin und anderen Wissenschaften zusammen und zieht daraus insbesondere die anthropologischen Konsequenzen. Daß sich überall in der Natur Zahlenverhältnisse finden, die, ins Musikalische transponiert, vom menschlichen Ohr als wohllautend empfunden werden, weist auf Gesetzmäßigkeiten hin, die sowohl für die subjektiven, qualitativen Empfindungen des Menschen wie für quantitative Beziehungen in der belebten und in der unbelebten Natur gelten, und die Spaltung zwischen Subjekt und Objekt überbrücken. Der Harmonik könnte bei der Begründung einer neuen Naturphilosophie eine wesentliche Rolle zufallen.

ISBN 3-12-**90323**0-4